

2011

TESINA
MASTER EN
SOSTENIBILIDAD
UPC



[DESARROLLO DE UN MODELO DE GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA]

MICROCUEENCA LA BERMEJALA, MEDELLIN (COLOMBIA)

Natalia Pulgarín Giraldo

**DESARROLLO DE UN MODELO DE GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA:
MICROCUEENCA LA BERMEJALA
MEDELLIN, COLOMBIA**

Tesina de Máster
Máster Oficial en Sostenibilidad

Alumna: Natalia Pulgarín Giraldo
Tutor: Jordi Morató Farreras



Universitat Politècnica de Catalunya



GRUP DE GESTIÓ SOSTENIBLE DE L'AIGUA

Càtedra UNESCO de Sostenibilitat



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Grup de Gestió sostenible de l'Aigua (UPC)

Barcelona, Junio 23 del 2011

Pulgarín G. N. (2011) Desarrollo de un Modelo de Gestión sostenible del agua: Microcuenca La Bermejala. Medellín, Colombia. Tesina de máster en Sostenibilidad. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España. Contacto: nataliapulgarining@gmail.com.

Visto bueno del director o directora

Fecha:

Agradecimientos

Este trabajo nunca hubiera sido posible sin la ayuda y el apoyo incondicional de mi madre y mi familia, que han creído en mí durante toda esta etapa de formación personal y profesional.

A mi director de tesis, por guiarme en este camino y en especial a los compañeros del grupo de trabajo Aquasost de la cátedra UNESCO por sus enseñanzas y colaboración continúa en la labor investigativa y profesional.

Al área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Secretaría de Medio Ambiente de Medellín, por su colaboración para poner a mi disposición la información fundamental para la realización de este trabajo.

A Dios, por brindarme esta gran oportunidad y darme fortaleza cada día.

RESUMEN

ESPAÑOL

Mediante el análisis de los recursos hídricos en Colombia a nivel nacional y local, este trabajo pretende desarrollar **un modelo de gestión sostenible del agua en la microcuenca La Bermejala en Medellín**, para profundizar en las **interrelaciones de las dinámicas tanto socio-económicas, como urbanas y ambientales** que repercuten en la gestión del agua de este sector. Se determina el estado del arte **mediante indicadores del recurso hídrico** que permitan exponer el estado real de la microcuenca y dar una visión holística de la situación de degradación en que se encuentra, identificando las causas y las fuerzas motrices que ejercen presión alterando su estado natural.

CATALÀ

Mitjançant l'anàlisi dels recursos hídrics a Colòmbia ia nivell local, aquest treball pretén desenvolupar un **model de gestió sostenible de l'aigua a la microconca La Bermejala a Medellín**, per aprofundir en les **interrelacions de les dinàmiques tant socioeconòmiques, com urbanes i ambientals** que repercuteixen en la gestió de l'aigua d'aquest sector. Es determina l'estat de l'art **mitjançant indicadors del recurs hídric** que permetin exposar l'estat real de la microconca i donar una visió holística de la situació de degradació en què es troba, identificant les causes i les forces motrius que exerceixen pressió alterant el seu estat natural.

ENGLISH

By analyzing water in Colombia at national and local level, this work aims to develop a **model of sustainable water management in The Bermejala basin in Medellín**, to deep in the **socio-economic, urban and environmental relationships of this dynamics**, that creates impact on water management in this sector. It determines the state of the art using **indicators of water resources** for exposing the real state of the basin and provide a holistic view of the situation of degradation that presents, identifying the causes and driving forces that put pressure altering its natural state.

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.2 Objetivos | 2 |
| 1.2.1 Objetivo General | 2 |
| 1.2.2 Específicos | 2 |
| 1.3 Metodología general..... | 2 |
| 1.3.1 Indicadores..... | 2 |
| 2. MARCO GLOBAL DEL AGUA /EL AGUA Y LA CIUDAD | 4 |
| 2.1 Agua: un recurso vital | 4 |
| <i>La presión sobre el agua.....</i> | <i>5</i> |
| 2.2 La crisis del agua..... | 5 |
| 2.3 Desafíos en la gestión del agua..... | 6 |
| <i>Satisfacer las necesidades humanas básicas.....</i> | <i>6</i> |
| 2.4 Retos y compromisos | 8 |
| 3. RECURSO HIDROLOGICO EN LATINOAMERICA..... | 8 |
| 3.1 Recurso Hídrico | 8 |
| 3.2 COLOMBIA: Perspectiva nacional, demanda y disponibilidad | 8 |
| 4. CONTEXTO REGIONAL | 10 |
| 4.1 El Recurso Hidrico: Uso y Demanda En La Region De Antioquia | 10 |
| 4.2 La Gestión De Los Recursos | 11 |
| 5. CONTEXTO LOCAL..... | 12 |
| 5.1 Antecedentes..... | 12 |
| <i>El Caso De Moravia (Breve Reseña).....</i> | <i>12</i> |
| 5.2 Conceptualización..... | 13 |
| • <i>La microcuenca como unidad territorial.....</i> | <i>13</i> |
| 6. MARCO DE REFERENCIA..... | 14 |
| 6.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA | 14 |
| 6.2 CONDICIONES AMBIENTALES..... | 14 |
| 6.2.1 Caracterización Físico-Biótica/Climatología | 15 |
| 6.3 RECURSO HÍDRICO..... | 16 |
| 6.4 CONDICIONES URBANAS | 20 |
| <i>Caracterización Territorial: Crecimiento y Conformación.....</i> | <i>20</i> |
| <i>Coberturas y Uso Del Suelo.....</i> | <i>21</i> |
| 6.5 CONDICIONES SOCIOCULTURALES | 21 |
| 6.6 CONDICIONES ECONÓMICAS | 22 |
| 7. PROBLEMÁTICA..... | 23 |
| 8. INDICADORES DE ANÁLISIS DEL RECURSO HÍDRICO | 24 |
| 8.1 INDICADORES DE FACTOR DETERMINANTE | 24 |
| 8.1.1 <i>Indice de precipitación.....</i> | <i>24</i> |
| 8.1.2 <i>Temperatura promedio.....</i> | <i>25</i> |
| 8.1.3 <i>índice de evotranspiración</i> | <i>27</i> |
| 8.1.4 <i>Humedad Relativa.....</i> | <i>28</i> |
| 8.1.5 <i>Indice de Coberturas y Usos del suelo.....</i> | <i>30</i> |
| 8.1.6 <i>Densidad poblacional</i> | <i>31</i> |
| 8.2 INDICADORES DE ESTADO | 32 |
| 8.2.1 <i>Caudal mínimo multianual.....</i> | <i>32</i> |
| 8.2.2 <i>Caudal medio multianual.....</i> | <i>34</i> |
| 8.2.3 <i>Caudal máximo.....</i> | <i>36</i> |
| 8.2.4 <i>Indice de calidad de agua.....</i> | <i>37</i> |
| 8.2.5 <i>Indice de Disponibilidad real de agua.....</i> | <i>39</i> |

| | |
|---|-----------|
| 8.2.6 Infraestructura..... | 41 |
| 8.2.7 Tramos a cielo abierto y en cobertura..... | 42 |
| 8.2.8 Índice de criticidad..... | 43 |
| 8.2.9 Amenaza por inundación..... | 45 |
| 8.2.10 Procedencia del agua para su consumo..... | 45 |
| 8.2.11 Saneamiento básico..... | 47 |
| 8.3 INDICADORES DE PRESIÓN..... | 49 |
| 8.3.1 Índice de consumo de agua por habitante..... | 49 |
| 8.3.2 Índice de demanda por sectores..... | 50 |
| 8.3.3 Número de Captaciones..... | 54 |
| 8.3.4 Vertimientos de aguas residuales provenientes de las viviendas..... | 55 |
| 8.3.5 población y número de viviendas por tramo..... | 56 |
| 8.4 INDICADORES DE IMPACTO..... | 60 |
| 8.4.1 Procesos erosivos..... | 60 |
| 8.5 INDICADORES DE RESPUESTA..... | 61 |
| 8.5.1 Indicador: Precio medio del agua para usos doméstico, comercial e industrial..... | 61 |
| 8.5.2 Inversión proyectos gestión del recurso hídrico..... | 64 |
| 8.5.6 PROGRAMAS Y PROYECTOS PARA LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO..... | 65 |
| 8.5.7 PROYECTOS..... | 71 |
| 9. DIAGNÓSTICO..... | 73 |
| 9.1 CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD..... | 73 |
| 9.2 ANÁLISIS..... | 73 |
| 9.2.1 TRAMO ALTO..... | 74 |
| 9.2.2 TRAMO MEDIO..... | 75 |
| 9.2.3 TRAMO BAJO..... | 75 |
| 10. CONCLUSIÓN..... | 76 |
| RECOMENDACIONES GENERALES..... | 76 |
| 11. BIBLIOGRAFÍA..... | 77 |
| ANEXOS..... | 80 |

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 01: Gestión del agua con vistas a un desarrollo sostenible | 3 |
| Figura 02: Sistema de Indicadores del agua (SIA) | 3 |
| Figura 03: Recursos hídricos mundiales y consumo | 4 |
| Figura 04: Vulnerabilidad del agua dulce y Mapa de estrés hídrico | 5 |
| Figura 05: Disponibilidad hídrica per cápita mundial y consumo por sectores | 6 |
| Figura 06: Relación agua potable y saneamiento a nivel mundial | 7 |
| Figura 07: Consumo de agua en América Latina y extracción por sectores. | 8 |
| Figura 08: Índice de presión Nacional (Colombia) en relación demanda/oferta | 9 |
| Figura 09: Contexto regional, Antioquia. | 10 |
| Figura 10: Distribución de la Demanda y Uso del agua por Sectores y por Territorial en la jurisdicción de CORANTIOQUIA (m ³ /año) | 10 |
| Figura 11: Plan de CORANTIOQUIA para la gestión del recurso hídrico | 11 |
| Figura 12: Relación del sector Moravia con la ciudad de Medellín | 12 |
| Figura 13: El ecosistema hídrico. | 13 |
| Figura 14: Localización microcuenca La Bermejala | 14 |
| Figura 15: Tramos de estudio microcuenca La Bermejala | 14 |
| Figura 16: Precipitación multimedia Anual | 15 |
| Figura 17: Evapotranspiración | 15 |
| Figura 18: Humedad relativa promedio | 15 |
| Figura 19: Caudal medio anual | 16 |
| Figura 20: Mapa de captaciones y vertimientos | 17 |
| Figura 21: Disponibilidad real de agua. | 18 |
| Figura 22: Mapa de riesgo por inundación | 18 |
| Figura 23: Zonas Retiros a corrientes de agua en las microcuenca La Bermejala | 19 |
| Figura 24: Amenaza sísmica | 19 |
| Figura 25: Amenaza por movimientos en masa | 19 |
| Figura 26: Evolución microcuenca La Rosa y La Bermejala 1918 | 20 |
| Figura 27: Evolución microcuenca La Rosa y La Bermejala 1938 | 20 |
| Figura 28: Evolución microcuenca La Rosa y La Bermejala 1969 | 20 |
| Figura 29: Evolución microcuenca La Rosa y La Bermejala 1984 | 20 |
| Figura 30. Gráfico de comparación régimen de lluvias tramos de análisis | 25 |
| Figura 31. Gráfico de comparación de temperatura en los tramos de análisis | 26 |
| Figura 32. Gráfico de comparación de evotranspiración por tramos de análisis | 28 |
| Figura 33. Gráfico de comparación de Humedad relativa por tramos de análisis. | 29 |
| Figura 34. Gráfico de de Usos del suelo Microcuenca La Bermejala. | 30 |

| | |
|--|----|
| Figura 35. Gráfico comparativo de población por tramos de estudio | 32 |
| Figura 36. Gráfico Caudales mínimos | 33 |
| Figura 37. Gráfico Caudal medio multianual. | 35 |
| Figura 38. Gráfico caudales máximos | 37 |
| Figura 39. Gráfico de calidad del agua | 39 |
| Figura 40. Gráfico de Disponibilidad real. | 40 |
| Figura 41. Gráfico Tramos a cielo abierto y en cobertura | 42 |
| Figura 42. Gráfico de Índice de criticidad por tramos | 44 |
| Figura 43. Tramos de Amenaza por inundación | 45 |
| Figura 44. Gráfico de procedencia de agua para el consumo. | 46 |
| Figura 45. Gráfico de consumo por sectores, tramo Alto de la microcuenca | 52 |
| Figura 46. Gráfico de consumo por sectores, tramo Medio de la microcuenca | 52 |
| Figura 47. Gráfico de consumo por sectores, tramo Bajo de la microcuenca | 52 |
| Figura 48. Estimado de consumo total en m ³ por sectores para la microcuenca | 53 |
| Figura 49. Gráfico Demanda total por sectores microcuenca La Bermejala | 53 |
| Figura 50. Gráfico de Caudal de descargas directas de viviendas sobre la microcuenca | 56 |
| Figura 51. Número de habitantes/ Número de viviendas Tramo Alto | 58 |
| Figura 52. Número de habitantes/ Número de viviendas Tramo Medio | 58 |
| Figura 53. Número de habitantes/ Número de viviendas Tramo Bajo | 58 |
| Figura 54. Número de habitantes/ Número de viviendas microcuenca en General | 59 |
| Figura 55. Población comunas 3 y 4 años 2004 y 2010 | 59 |
| Figura 56. Precio del agua uso doméstico- Estrato 3 | 62 |
| Figura 57. Precio del agua - sector comercial | 63 |
| Figura 58. Precio del agua - sector industrial | 63 |
| Figura 59. Presupuesto Recurso Hídrico Plan de acción CORANTIOQUIA | 65 |
| Figura 60. Gestión sostenible del agua | 73 |
| Figura 61. Esquema FPEIR para la Microcuenca La Bermejala | 74 |
| Tabla 01: Caracterización socio-cultural para La Microcuenca La Bermejala | 22 |
| Tabla 02. Coberturas y usos actuales del suelo del área rural y borde urbano en la microcuenca La Bermejala | 30 |
| Tabla 03. Caudales mínimos (m ³ /s) para diferentes períodos de retorno en las microcuencas La Rosa y La Bermejala. | 33 |
| Tabla 04 . Caudales mínimos en régimen “natural” (m ³ /s) | 33 |
| Tabla 05. Caudales medios anuales (m ³ /s). | 35 |
| Tabla 06. Caudales máximos en m ³ /s para diferentes períodos de retorno calculados con el número de curva y las cuatro hidrógrafas unitarias consideradas: microcuenca La Bermejala. | 36 |

| | |
|---|-------|
| Tabla 07. Caudales máximos en m ³ /s para diferentes períodos de retorno calculados con el índice ϕ y las cuatro hidrógrafas unitarias consideradas; Microcuenca La Bermejala | 37 |
| Tabla 8. Índice de Calidad de aguas microcuenca La Bermejala | 38 |
| Tabla 9. Saneamiento básico para cada uno de los tramos de La microcuenca La Bermejala | 47 |
| Tabla 10. Viviendas por comuna o corregimiento según la unidad de vivienda, que cuenta con servicios públicos de acueducto | 48 |
| Tabla 11. Viviendas por comuna o corregimiento según la unidad de vivienda, que cuenta con servicios públicos de alcantarillado | 48 |
| Tabla 12. Índices de consumo | 49 |
| Tabla 13. Demanda mensual por sectores, Tramo Alto | 51 |
| Tabla 14. Demanda mensual por sectores, Tramo Medio. | 51 |
| Tabla 15. Demanda mensual por sectores, Tramo Bajo. | 51 |
| Tabla 16 . Población por barrio y Número de viviendas, Tramo Alto | 57 |
| Tabla 17 . Población por barrio y Número de viviendas, Tramo Medio | 57 |
| Tabla 18 .Población por barrio y Número de viviendas, Tramo Bajo | 57 |
| Tabla 19. Tarifas acueducto y alcantarillado 2009 - Medellín. | 61 |
| Tabla 20. Tarifas acueducto y alcantarillado 2010 - Medellín | 62 |
| Tabla 21. Tarifas acueducto y alcantarillado 2011- Medellín | 62 |
| Tabla 22 a 24. PLAN DE ACCIÓN 2007 – 2011 CORANTIOQUIA | 64-65 |
| Tabla 25. Presupuesto recurso hídrico Datos: Plan de acción 2007-2011 | 65 |
| Tabla 26. Evolución de los indicadores por metas de cada proyecto del plan de manejo y por períodos. | 69-71 |

1. INTRODUCCIÓN

El agua es un **recurso vital fundamental para la vida, el desarrollo del ser humano y el medio ambiente**, el agua es esencial para los ecosistemas y todas las formas de vida, además de ser un elemento clave el desarrollo de nuestra sociedad. A través de la historia, el agua se ha convertido en un elemento central de asentamiento civilizaciones y eje promotor de vida, influenciando todos los ámbitos desde el socioeconómico hasta el Ambiental.

Actualmente la cantidad de agua dulce no supera el 2,5% dentro de todo el planeta, y la presión demográfica se hace cada vez mas evidente, lo que genera situaciones de escasez debido a la presión antrópica que se ejerce sobre este recurso y la sobreexplotación a la que se somete. Latinoamérica tiene la segunda mayor reserva de agua dulce en el mundo, y sin embargo mas de 70 millones de habitantes no tienen acceso al agua potable y al saneamiento. Este panorama contradictorio muestra la importancia de una gestión sostenible del recurso hídrico, ya que por falta de recursos económicos, apropiación y políticas de gestión, se están degradando los ríos y las microcuencas que son la base de la riqueza hídrica Latinoamericana.

Con la intención de evidenciar la situación de el recurso hídrico y de las microcuencas en Colombia, este trabajo pretende establecer un modelo diagnóstico de gestión del agua en La microcuenca La Bermejala en Medellín, a través de indicadores de gestión del agua con el sistema (FPEIR) que permiten estudiar la interrelación entre las dinámicas socio-económicas y ambientales que repercuten en la gestión del recurso hídrico ejerciendo presiones degradándolo. De esta forma se puede tener una visión holística exponiendo la situación real en la que se encuentra la microcuenca e identificando los puntos de conflicto que afectan directamente la gestión del agua.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Mediante el análisis de los recursos hídricos en la microcuenca la Bermejala en Medellín (Colombia), se pretende desarrollar un Modelo para la Gestión Sostenible e Integrada del Agua que permita cuantificar la situación real de la microcuenca y todos los aspectos que en ella confluyen de acuerdo al contexto en que se presenta y poder establecer unas directrices en torno a la gestión de los recursos hídricos de acuerdo a las necesidades y prioridades de la comunidad allí presente.

1.2.2 Específicos

- Hacer un análisis de la gestión del agua a escala local, enfatizando los diversos tramos que componen la microcuenca teniendo como referencia el contexto en que se desarrolla y el marco global de gestión del agua.
- Evaluar por medio de indicadores de desarrollo sostenible la situación real del recurso hídrico dentro de cada uno de los tramos de la microcuenca y todos los aspectos que allí confluyen, desde el ámbito socioeconómico hasta el medioambiental.
- Determinar y cuantificar el balance hídrico del territorio, teniendo en cuenta los aspectos de calidad, uso y consumo del agua.
- Evaluar el impacto que tiene el cambio climático sobre el recurso hídrico y como afecta la gestión del agua para la adaptación dentro de cada uno de los tramos de la microcuenca.
- Evaluar aspectos urbanos y territoriales en torno al recurso hídrico, y como este puede actuar como un eje de desarrollo urbanístico y conexión con la ciudad.

1.3 Metodología general

Se analiza el estado actual del agua en Latinoamérica, a nivel Colombiano y regional. También se conceptualiza la microcuenca como unidad territorial base del estudio diagnóstico de gestión del agua.

Se hace un zoom sobre los tramos que componen el área de estudio y los aspectos que ejercen presión sobre el recurso hídrico: socioeconómicos, ambientales y territoriales (urbanos). Para este análisis se dispone de información proporcionada por el área metropolitana del Valle de Aburrá, de Medellín: el POMCA (Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Aburrá), el PIOM (Plan de Ordenamiento Integral de Microcuencas la Rosa y la Bermejala), fotografías aéreas de la zona de estudio y planos urbanos contenidos dentro de este material. También se dispone de estudios sobre el recurso hídrico en la jurisdicción de Corantioquia, y la Guía técnico científica para el ordenamiento de cuencas del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia).

Una vez procesada la información, se desarrolla un modelo diagnóstico por medio de indicadores cualitativos y cuantitativos que permitan dimensionar la problemática en cada uno de los tramos de estudio, además del grado de influencia de cada uno de los ámbitos involucrados. Finalmente, se pueden establecer unas directrices para la gestión sostenible del agua en este sector, que permitan un desarrollo continuo e integral de del recurso hídrico buscando el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

1.3.1 Indicadores

En este trabajo se propone superar la etapa de compilación de datos relativos a la sostenibilidad de microcuencas e ir mas allá, dando una evaluación general de las situaciones y perspectivas a las que se enfrenta el recurso hídrico, desarrollando un marco metodológico en donde se emplea como herramienta de análisis ambiental el Marco de Referencia denominado Fuerzas Motrices- Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR), por medio de un análisis de indicadores que

establecen cuales son las fuerzas motrices que ejercen presiones sobre la gestión del agua en este sector, ocasionando unos impactos y unas respuestas por parte de todo el conjunto que comprende la microcuenca y que repercute en el desarrollo del territorio y la calidad de vida de los habitantes. En los siguientes gráficos se puede observar la metodología utilizada:



Figura 1. Gestión del agua con vistas a un desarrollo sostenible. Fuente: Agencia Europea del medio Ambiente.



Figura 2. de Indicadores del agua (SIA)Ministerio del Medio Ambiente Rural y Marino.

La evaluación de los indicadores se determina valorando el estado actual y las tendencias que tiene el indicador, ya sean positivas o negativas además de la relevancia que tiene para la gestión sostenible del agua dentro de la microcuenca. Cada indicador se categoriza dentro de una fuerza motriz inicial (ya sea presión, estado, impacto o respuesta) que nos ayuda a clarificar cuales ámbitos influyen mas en el desarrollo sostenible de la microcuenca o al contrario contribuyen a la degradación de la misma y especialmente del recurso hídrico.

Dentro de la evaluación de indicadores, se escogieron aquellos mas representativos y relevantes para la gestión del recurso hídrico, indicando finalmente diversas categorías de diagnóstico:

- **Estado favorable:** significa que se encuentra en un estado aceptable que contribuye al mejoramiento del desarrollo sostenible de la microcuenca, persiguiendo los objetivos de desarrollo ambiental generales.
- **Situación no definida:** no se puede establecer en que estado se encuentra por lo tanto tampoco los impactos sobre los recursos, ya que por falta de información o simplemente por falta de interacción entre diferentes fuerzas motrices se encuentra en una situación indefinida que puede tomar cualquier rumbo.
- **Estado desfavorable:** indica que es más el impacto negativo que tiene sobre el recurso hídrico, trayendo efectos directos o indirectos que pueden deteriorar el recurso hídrico.
- **Falta de información:** no se puede determinar claramente el estado del indicador, ya que no se tiene acceso a la información específica para ello.
- **Señales de esperanza:** a pesar de no presentar un estado favorable, puede presentar una tendencia positiva de mejoramiento.
- **Situación crítica:** el grado de impacto o degradación es máximo
- **Estratégico:** es un punto principal que actúa como eje de desarrollo
- **Tendencia positiva y negativa:** presenta perspectivas de mejoramiento o al contrario de deterioro de los recursos.

Siguiendo este enfoque, se pretende desarrollar un **modelo diagnóstico** que se convierta en una **herramienta de análisis ambiental** para profundizar en las **interrelaciones de las dinámicas tanto socio-económicas, como urbanas y ambientales** que repercuten en la gestión del agua del sector, proporcionando un **panorama de degradación del recurso hídrico** de la microcuenca en relación con las causas que la provocan, considerando aquellas fuerzas que ejercen presiones sobre los recursos ambientales desviando su curso y alterando su estado natural.

2. MARCO GLOBAL DEL AGUA /EL AGUA Y LA CIUDAD

2.1 Agua: un recurso vital

El agua es un **recurso fundamental para la vida, el desarrollo del ser humano y el medio ambiente**, considerado elemento primordial sobre el que parten muchos de los aspectos de desarrollo en nuestra sociedad. El agua es esencial para los ecosistemas y todas las formas de vida, además de ser un elemento clave para la salud humana, la agricultura y la industria.

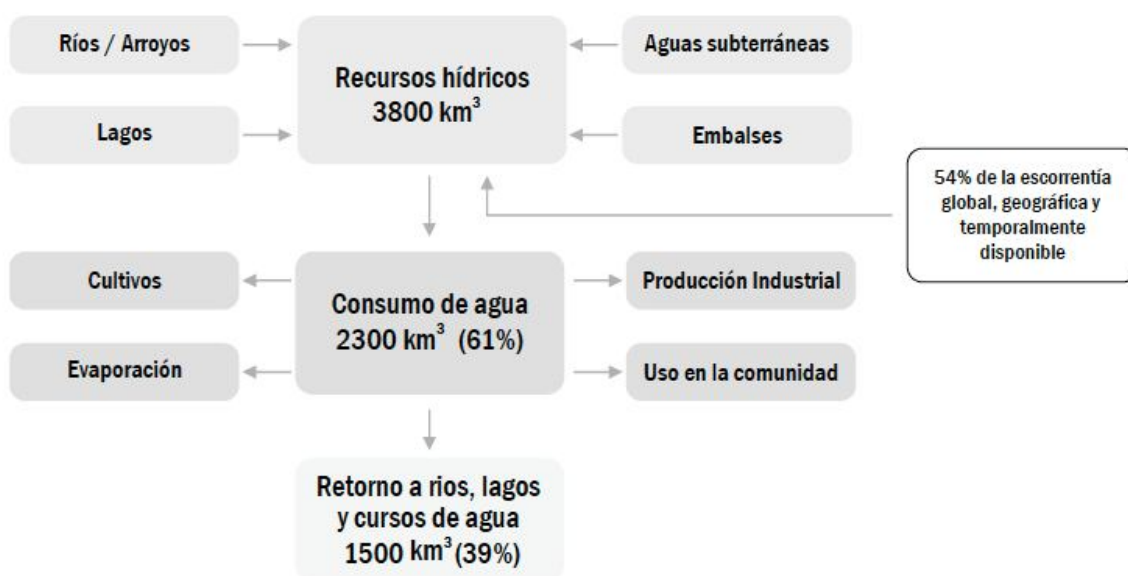


Figura 3. Recursos hídricos mundiales y consumo.

Fuente: Shiklomanov et al. 1996

Fuente: Second World water forum-UNESCO WWAP 2003

Aunque el agua es el elemento más frecuente en la Tierra, únicamente 2,52% del total es agua dulce en contraste con el 97.4% de agua restante que es agua salada. Aproximadamente las dos terceras partes del agua dulce se encuentran en glaciares y nieves perpetuas lo cual las hace de difícil acceso humano. A la cantidad de agua dulce existente en lagos, ríos y acuíferos se agregan los 8.000 kilómetros cúbicos (km³) almacenados en embalses. Las aguas subterráneas contienen el 99% del agua dulce líquida del planeta, respecto al 0,85% de las aguas presentes en las corrientes superficiales. En resumen, solo el 0,8 % del agua mundial es dulce, líquida y superficial pero este recurso es cada vez es más escaso y se deteriora con gran rapidez, lo que hace más difícil y costoso encontrar agua de calidad apta para el consumo humano.

La precipitación constituye la principal fuente de agua para todos los usos humanos y ecosistemas. Los recursos hídricos son renovables (excepto ciertas aguas subterráneas), con enormes diferencias de disponibilidad y amplias variaciones de precipitación estacional y anual en diferentes partes del mundo, y se ven afectadas en gran parte por factores bióticos y antrópicos que afectan el ciclo natural del agua y por tanto la capacidad de autogestionarse.

La presión sobre el agua

La presión sobre este recurso se define como el volumen de agua que se usa anualmente y se interpreta como el porcentaje de recursos hídricos disponibles (Mejía R.O., 2007) De esta forma, cuando se usa menos del 10% se deduce que la presión sobre el recurso es baja, mientras que cuando este rango supera el 40% indica una situación de escasez ya que la demanda supera la regeneración natural y es necesario desarrollar fuentes alternativas y generar políticas de gestión de la demanda y de los recursos hacia un desarrollo sostenible.

Generalmente la presión sobre este recurso se ha incrementado por el aumento demográfico mundial en donde más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas y va en aumento. Sumado a esto la escasez de los recursos de agua dulce, los costos de su gestión que tienen un gran impacto en la economía, en la industria y en la calidad de vida de la población afectando la salud humana de las poblaciones marginadas que carecen de acceso al agua potable.

2.2 La crisis del agua

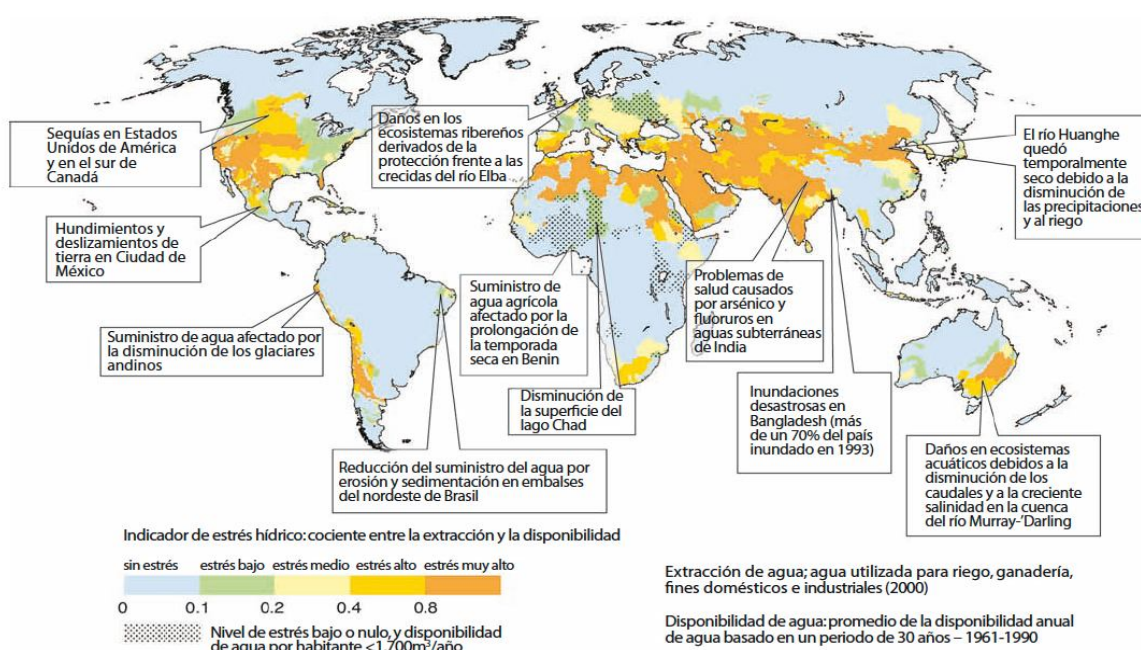


Figura 4. Vulnerabilidad del agua dulce y Mapa de estrés hídrico.
Fuente: El cambio climático y el agua. PNUMA, 2008

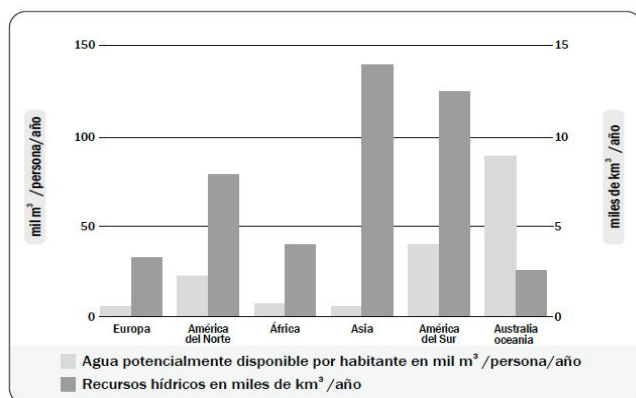


Figura 5. Disponibilidad hídrica per cápita mundial y consumo por sectores. Fuente: CORANTIOQUIA

Sumado a la problemática de disponibilidad del agua, uno de los principales problemas es el manejo que se le ha dado al recurso, en donde mientras una quinta parte de la población mundial no tiene acceso al agua potable según el informe de las Naciones Unidas, el 70% de toda el agua dulce extraída para el uso humano se utiliza para riego.

En realidad es un problema de actitud y concienciación: enfrentar los retos que nos plantea la crisis del agua y la pobreza: utilizar herramientas de gestión sostenible del agua que permitan que las ciudades se conviertan en elementos resilientes capaces de fortalecerse y adaptarse a las condiciones futuras. «Erradicar la pobreza, cambiar los patrones de producción y consumo insostenibles y proteger y administrar los recursos naturales del desarrollo social y económico constituyen los objetivos primordiales y la exigencia esencial de un desarrollo sostenible.» (Commission for Sustainable Development (CSD) en 2002).

2.3 Desafíos en la gestión del agua

La gestión del agua demanda una serie de herramientas que debemos tener en cuenta a la hora de incorporar la sostenibilidad en las decisiones respecto al recurso hídrico. Por eso este sector no debe ser estudiado como un objeto aislado, ya que sobre él actúan diversos ámbitos: la energía hidroeléctrica, la irrigación, el sector agropecuario, el contexto social y económico. De la buena gestión del agua depende el desarrollo de nuestra sociedad y el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y la preservación y respeto por nuestros recursos.

El agua es un elemento fundamental para alcanzar los objetivos de desarrollo del Milenio, trazados por las naciones Unidas para el 2015, una buena gestión del agua puede conducir a la disminución de la pobreza y al desarrollo y crecimiento social y económico de miles de poblaciones vulnerables con escasez o ausencia de recursos hídricos.

Según el informe de las naciones unidas, se han determinado varios desafíos en la gestión del agua como puntos principales a desarrollar y allí se resalta:

Satisfacer las necesidades humanas básicas

Uno de los principales problemas es el riesgo sobre la salud que representa el escaso acceso al agua potable y al saneamiento. “En el año 2000, la tasa de mortalidad por ausencia de sistemas de saneamiento o de higiene fue de 2.213.000 personas. La mayoría de los afectados por mortalidad relacionadas con el agua son niños menores de cinco años. La tragedia es que el peso de estas enfermedades es en gran parte evitable” (UNESCO - WWAP, 2003). Además de fortalecer los sistemas de saneamiento hace falta concientizar a la población en el uso y los hábitos en cuanto al agua. De esta forma se pueden reducir los riesgos a las enfermedades y el mal uso del recurso.

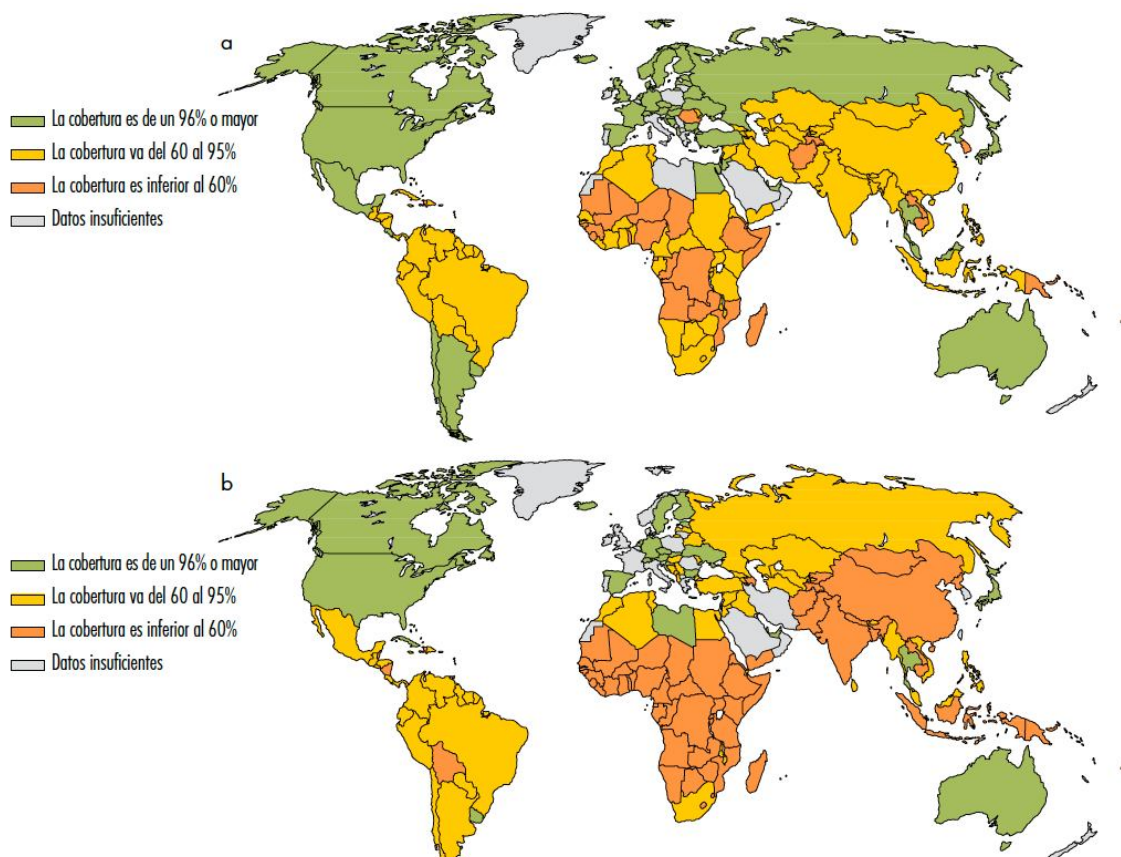


Figura 6. Relación agua potable (a) y saneamiento (b).

Fuente: OMS/UNICEF, 2006

Otro aspecto está relacionado con la **protección a los ecosistemas** en bien de la población y del planeta, en donde una reducción en la cantidad y calidad del agua repercute en su comportamiento, las perturbaciones en el sistema traen graves consecuencias especialmente en la amenaza a la desaparición de especies, la alteración y comportamiento de los ecosistemas, afectando la población humana y generalmente la mas vulnerable y desprotegida.

De esta forma las actividades humanas ejercen presiones sobre el recurso hídrico y sobre los ecosistemas: el crecimiento demográfico genera sobreexplotación del recurso y pone en peligro las funciones del ecosistema. El desarrollo de infraestructuras altera las corrientes fluviales, los aspectos físicos del recurso y afecta la calidad y cantidad de agua dentro del ecosistema. El exceso de cosechas y sobreexplotación reduce los recursos, agota el sistema natural y su biodiversidad. La contaminación altera la composición de los ríos y altera los ciclos naturales, lo que pone en peligro el recurso hídrico, su suministro, calidad y composición.

Sin contar además con **los efectos de las ciudades**: la población va en aumento y la mayoría se está concentrando en las ciudades, éstas centralizan múltiples servicios y a su vez generan gran cantidad de desechos que contaminan el recurso hídrico, en especial la industria. Es esencial promover una gestión limpia y planes de manejo sostenibles para mitigar y disminuir el impacto que se tiene.

Es así como los retos el recurso hídrico contemplan diferentes facetas desde la protección del medio natural hasta el componente humano y social. Es necesario identificar impactos y vulnerabilidades para reducir los riesgos y conducir a una administración responsable del agua para un desarrollo sostenible.

2.4 Retos y compromisos

El progreso en cuanto a la gestión del recurso se puede medir a través de herramientas tales como los indicadores que toman variables de tipo físico, económico y social quienes actúan específicamente sobre el recurso hídrico y determinan el estado en que se encuentra y posiblemente nos pueden acercar a un futuro estado de este recurso natural. Es necesario implementar un sistema de gestión y educación ambiental en cuanto al manejo sostenible del recurso hídrico, que permita adaptarse a las necesidades de la población y que a su vez vaya en pro de la preservación y buen uso de este recurso. Se están tomando iniciativas tales como los objetivos del Milenio adoptados por la cumbre de las naciones unidas que plantea mejorar la accesibilidad a este recurso y una mejor gestión del mismo para el año 2015.

3. RECURSO HIDROLOGICO EN LATINOAMERICA

3.1 Recurso Hídrico

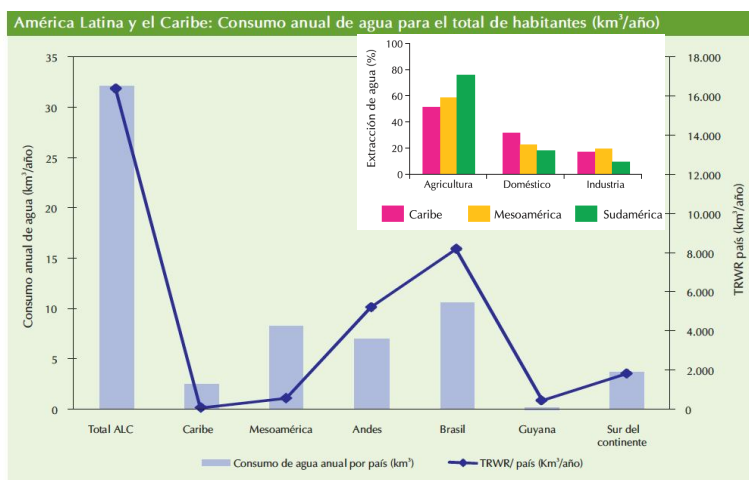


Figura 7. Consumo de agua America Latina y extracción por sectores.
Fuente: GEOCIUDADES

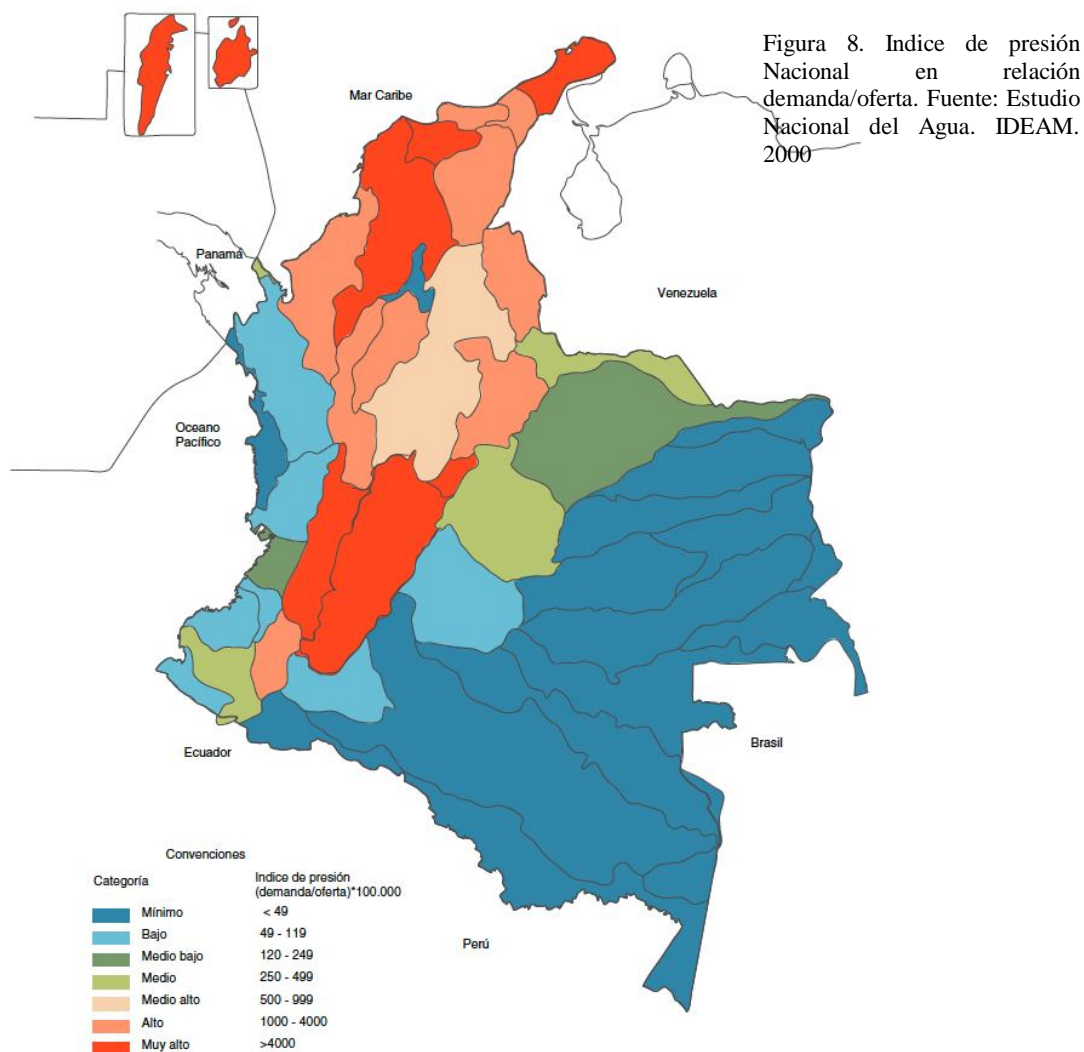
Latinoamérica tiene la segunda mayor reserva de agua dulce del mundo, pero 70 millones de sus habitantes padecen escasez de agua potable y el 13% de la población urbana carece de servicios de saneamiento. (Mejía R.O., 2007) A pesar de contar con esta riqueza hídrica la mayoría de la población no tiene acceso al agua potable, y el número de habitantes rurales que carecen de este servicio es mayor del 39%, de acuerdo con datos del Banco Mundial.

Latinoamérica es el subcontinente que posee gran cantidad de cuencas hidrográficas compartidas por varios países. Gran parte de los ríos principales como el Amazonas, Orinoco, y Magdalena, tienen más del 30% del agua superficial continental del mundo. No obstante, en América Latina, considerada una de las zonas del planeta más rica en agua, la situación de abastecimiento no es mejor, pues la falta de recursos y apropiación de los mismos para una gestión adecuada del agua, hace que esta riqueza se convierta en uno de los grandes problemas de la región.

3.2 COLOMBIA: Perspectiva nacional, demanda y disponibilidad

En Colombia existe gran variedad de regiones y por lo tanto de variaciones climáticas, ya que se encuentra en una zona de convergencia intertropical (ZCIT) lo que origina que el comportamiento climático sea variable todo el año dependiendo de la región ya que existen áreas de complejidad climática tales como la cordillera de los Andes.

El país posee una abundancia significativa de recursos hídricos en relación con el promedio suramericano y mundial de precipitación (el promedio está entre 900 y 1.600 mm, mientras que Colombia posee 3.000 mm), esto genera un caudal escorrentía superficial en Colombia tres veces mayor que el promedio Suramericano y 6 veces mayor que la oferta hídrica mundial.



De las precipitaciones que se dan en el territorio Colombiano el 61% se convierte en escorrentía superficial que fluye por las cinco macro-vertientes hidrográficas del territorio nacional continental: vertiente del Caribe (23%); vertiente del Pacífico (10%); vertiente de la Amazonía (34%); vertiente de la Orinoquía (32%) y el 1%, en la vertiente del Catatumbo. La oferta hídrica de escorrentía superficial per cápita en Colombia es de 59.000 m³/hab/año; sin embargo, la oferta per cápita accesible anual, bajo condiciones naturales, es de 12.000 m³/hab/año. (Mejía R.O., 2007).

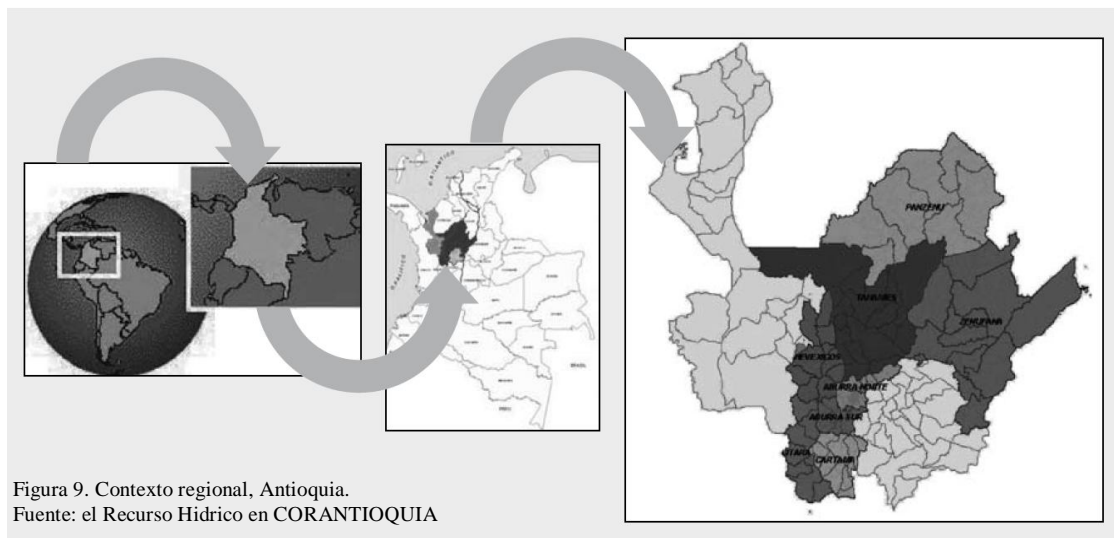
Existe un problema de escasez debido al mal manejo y regulación de las fuentes hídricas de abastecimiento, debido a factores antrópicos como la sobreexplotación de territorio y el inadecuado uso del suelo. Se suman a estos factores la inadecuada gestión del agua, la ineficiente infraestructura y la escasez de políticas de buen manejo y gestión del recurso. Toda esta problemática contribuye al aumento del índice de vulnerabilidad, que es la fragilidad del sistema hídrico respecto a la disponibilidad de agua y tiene en cuenta aspectos como la oferta, la demanda, el uso, la disponibilidad y los eventos climáticos que pueden acontecer en un futuro. Se podrían definir como las regiones más vulnerables de Colombia la zona Andina y el Caribe, ya que no poseen disponibilidad para abastecerse según el IDEAM².

En gestión de recursos Colombia ha mostrado un gran avance en políticas que buscan prevenir y mitigar los efectos de la disminución de oferta hídrica y el cambio climático. Se busca reducir el índice de vulnerabilidad por medio del desarrollo de planes estratégicos que permitan gestionar

el riesgo al que se encuentran expuestas las fuentes hídricas en Colombia e impulsen un modelo de mejoramiento de calidad de vida para los habitantes.

4. CONTEXTO REGIONAL

El Departamento de Antioquia se encuentra hacia el noroccidente de Colombia, entre los 5°25' y 8°55' de latitud norte y los 7°53' y 77°07' de longitud al oeste de Greenwich. Tiene una extensión aproximada de 63.612 km² (Figura 3.12). Limita al norte con el mar Caribe y los departamentos de Córdoba, Sucre y Bolívar, por el sur con los departamentos de Caldas y Risaralda, por el este con los departamentos de Bolívar, Santander y Boyacá y por el oeste con el departamento de Chocó. Conforman el departamento 125 municipios, incluido su capital Medellín. (Mejía R.O., 2007)



4.1 El Recurso Hídrico: Uso y Demanda En La Region De Antioquia

Nunca podrá saberse de que tanta agua se dispone sino se sabe cuanta se usa y cuanta se necesita. Dicho de otra manera, no es posible saber la magnitud del agua que se requiere si no se conocen la calidad y magnitud del volumen de agua que se encuentra disponible; esta es la esencia de la paradoja del aprovechamiento sostenible del recurso hídrico.

El uso de los recursos hídricos en cualquier región está ligado a las condiciones sociales, económicas y geográficas de ella. Existe una importante diferencia entre el concepto de demanda y el de consumo. Para la determinación de la demanda hídrica, se han establecido los criterios recomendados por el IDEAM², y han sido tenidos en cuenta para la totalidad de los municipios que hacen parte de la jurisdicción de CORANTIOQUIA³. Uno de ellos corresponde a la clasificación por sectores consumidores así: doméstico, servicios, industrial, minero, agrícola, pecuario e hidro-energético. (Mejía R.O., 2007)

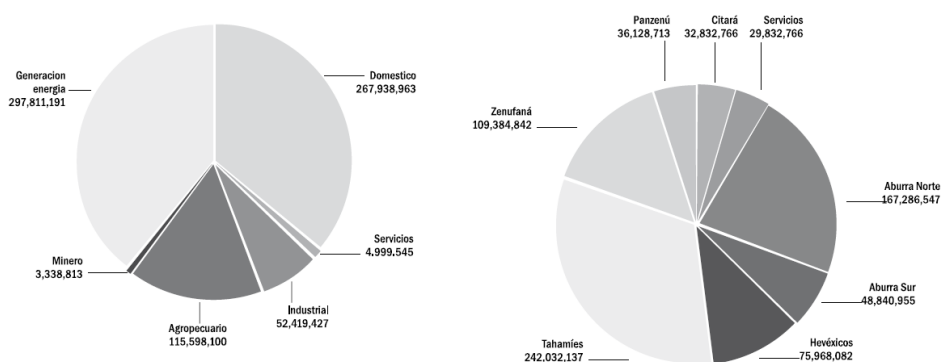


Figura 10. Distribución de la Demanda y Uso del agua por Sectores y por Territorial en la jurisdicción de CORANTIOQUIA (m³/año) Fuente: Estudio de la Demanda del Agua en CORANTIOQUIA, UPB, 2003.

4.2 La Gestión De Los Recursos

“El ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos”. (Ley 2811 de 1974 (CNRNR)) La gestión de los recursos supone lograr la conservación y preservación del medio ambiente mediante el uso racional de los recursos naturales, por medio de la convivencia armónica entre hombre y naturaleza, en donde se asegure la participación de la comunidad y el respeto por los recursos asegurando su disponibilidad en cantidad y calidad adecuadas para satisfacer las necesidades de manera sostenible sin que esto lleve a niveles de sobreexplotación que altere el comportamiento de los ecosistemas.

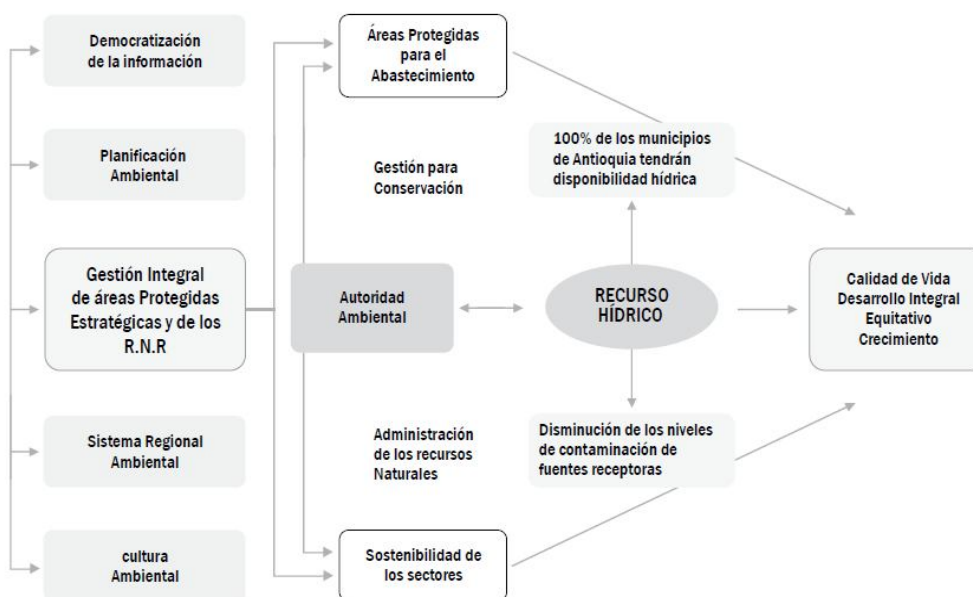


Figura 11. Plan de CORANTIOQUIA para la gestión del recurso hídrico.
(propuesto por Angel, PGAR 2007-2019)

El recurso hídrico se convierte en factor fundamental para el desarrollo de la sociedad, ya que temas como la escasez de alimentos y el saneamiento hídrico se han convertido en el epicentro de problemas graves de salud y pobreza. Temas como la disponibilidad de este recurso y la demanda se convierten en puntos conflictivos, es por eso que se deben desarrollar ciertas estrategias que permitan la adecuada gestión del agua que según el banco mundial son:

1. Desarrollo de los recursos hídricos orientados a proyectos. Se caracteriza por dar prioridad a proyectos aislados de agua potable, irrigación, generación de energía hidroeléctrica, navegación, recreación.
2. Desarrollo subsectorial de los recursos hídricos. En este caso, se identifican proyectos para usos similares concebidos en un marco subsectorial, por lo que los beneficios se maximizan y se identifican fuentes de agua.
3. Manejo subsectorial de los recursos hídricos. Los problemas relativos al uso del agua son resueltos mediante innovación institucional o proyectos de infraestructura.
4. Gestión integrada de los recursos hídricos. Los proyectos son resultado de un proceso que considera todos los usos del agua, incluido el medio ambiente y los conflictos entre los usuarios de cada sector. Las decisiones son tomadas dentro de la cuenca y existe una gran participación social en la solución de los problemas. (Mejía R.O., 2007)

5. CONTEXTO LOCAL

5.1 Antecedentes

El Caso De Moravia (Breve Reseña)

En países en vías de desarrollo con limitaciones económicas, la gestión efectiva de recursos constituye una problemática que conlleva serios problemas sociales y ambientales. El sector de Moravia en Medellín podría considerarse un **ejemplo de gestión no adecuada a nivel de las estructuras socio-económicas y de gobernanza, que pueden afectar al medio ambiente y en consecuencia la calidad de vida y el desarrollo humano de los habitantes de la zona.**

El denominado Morro de Moravia es una colina ubicada sobre depósitos aluviales del río Aburrá y que se utilizó como **vertedero durante las décadas de los 70's y 80's, donde se disponían cerca de 100 toneladas diarias de basura.** El origen de la ocupación en el Morro de Moravia se remonta a los años 60, cuando su cercanía con la terminal de Transportes del Norte permitió la llegada y asentamiento de personas dedicadas a la extracción de materiales del río Medellín. Posteriormente en 1977, el Municipio decide la ubicación temporal del basurero en esta misma zona.

Con el tiempo, esta colina se constituyó como un barrio producto del asentamiento ilegal de la población, acentuada especialmente durante la época de violencia (años 80 y principios de 90's). Así, la población en el Morro fue creciendo de manera acelerada, no regulada y no planificada. Hoy en día Moravia ocupa un área de 43,7 Ha, que para finales del 2006 tenía una población total de 35.619 habitantes distribuidos en 7.352 casas, con una media de 4,8 personas por núcleo familiar y un índice de 0,37 m² de espacio público/habitante.

La comunidad ha estado expuesta constantemente a la contaminación por la basura que se ha acumulado en el sitio desde 1974 **y por la presencia de efluentes contaminados (lixiviados) y emanaciones de gases, producto de la descomposición de los residuos.** La mayoría de habitantes carece de los servicios básicos de drenaje y alcantarillado y las viviendas-tugurios están realizadas con materiales débiles, altamente combustibles y permeables, como cartón, desechos de madera, plástico y láminas. Por todo ello, la población está expuesta constantemente a un elevado riesgo para su salud, y la exposición genera una alta incidencia de enfermedades diarreicas, alérgicas y respiratorias. (GRUPO AQUASOST CATUNESCO, 2010)

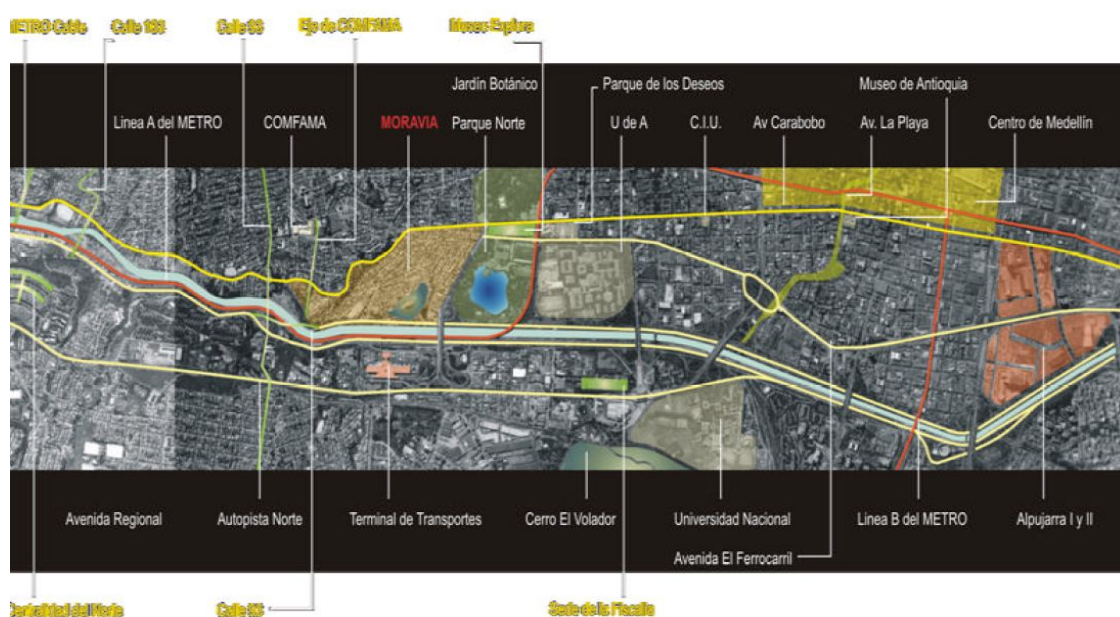


Figura 12. Relación del sector Moravia con la ciudad de Medellín.
Fuente: Proyecto Moravia. Alcaldía de Medellín.

5.2 Conceptualización

• La microcuenca como unidad territorial

Las cuencas hidrográficas son las unidades funcionales básicas que nos permiten estudiar y analizar la gestión de los recursos hídricos, delimitando las dinámicas e interacciones entre factores de tipo físico, biótico y antrópico, en función de la hidrografía y la oferta de servicios ambientales. Tanto la hidrología como la climatología afectan directamente la composición ecosistémica de la cuenca hidrográfica, factores que se ven profundamente afectados por las habituales perturbaciones que se pueden producir en cualquier ecosistema. Así, las cuencas y subcuencas hidrográficas son unidades funcionales, en las cuales la interacción del recurso agua con los agentes físicos, químicos y biológicos, soportan los procesos complejos que interaccionan entre sí (subsistema ecológico, antrópico y climático, como los más destacables).

Los asentamientos humanos han surgido históricamente a partir de una relación de proximidad y disponibilidad de recursos hídricos. Sin embargo, las presiones que diferentes factores antrópicos, como las aglomeraciones urbanas, generan sobre éstos recursos pueden llegar a provocar un desbalance, que ni por resiliencia el medio natural puede equilibrar. Los procesos naturales hidrológicos pueden llegar a verse alterados o, incluso a veces interrumpidos del todo, por actividades humanas como el cambio del uso del suelo por la urbanización, por la extensión de la agricultura.

La situación en la que este recurso se encuentra actualmente, exige reconocer los valores e identidades culturales y sociales colectivos que tienen las microcuencas, reconocer la complejidad que contienen estas unidades territoriales además de valorar la importancia de los equilibrios y funciones del ciclo natural del agua, para asegurar de esta manera una gestión sostenible de los ecosistemas hídricos desde una visión holística.

La gestión de recursos hídricos bajo un enfoque que fomente el desarrollo humano sostenible requiere de la protección del capital natural en el sentido de mantener el balance hídrico, así como su funcionalidad económica, ambiental y social de las cuencas, asegurando además una igualdad de oportunidades en el acceso a este recurso para cada miembro de la sociedad (Aguilera Klink, 2009)

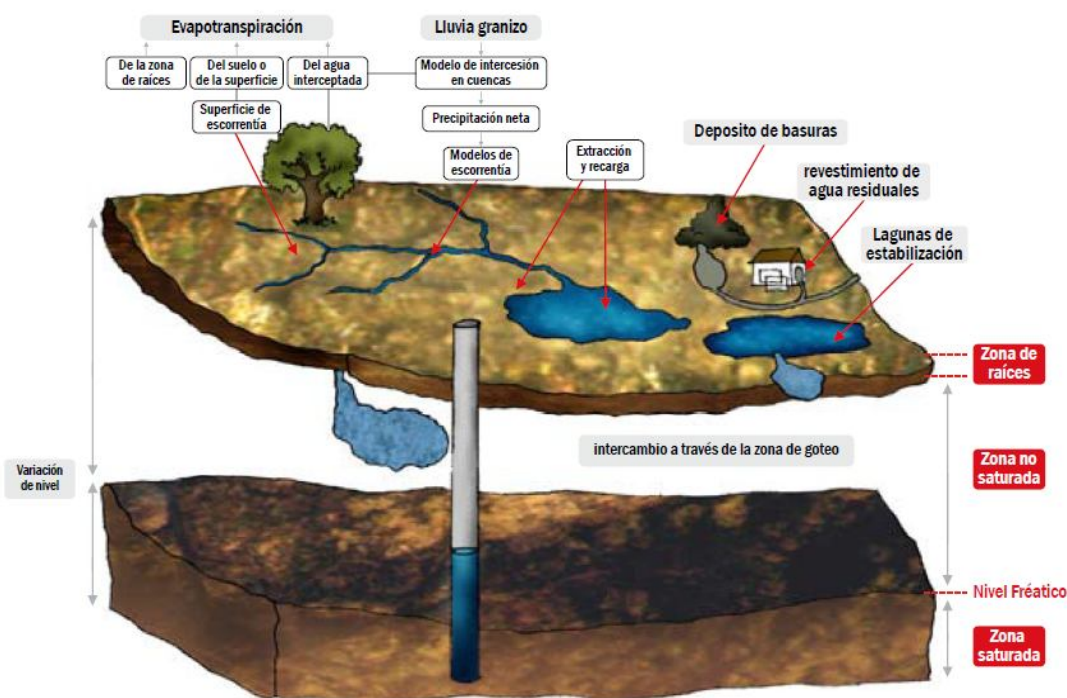


Figura 13. El ecosistema hídrico.
Fuente: (Mejía, 1996)

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Está ubicada en el departamento de Antioquia municipio de Medellín (Colombia) Zona Nororiental, limita con:

-Al sur con la microcuenca de la quebrada El Molino, cuyos afluentes son: la Llorona ramal norte y sur, Santa Inés, La Honda, El Remolino y las Las Perras.

-Al norte con la microcuenca de la quebrada La Rosa, cuyos afluentes son: La Carevieja, El Aguacatillo, El Zancudo y quebrada La Herradura.

-Al oriente con la microcuenca de la quebrada Piedras Blancas, cuyos ramales son quebrada El Rosario y El Salado.

-Al occidente con el río Aburrá.

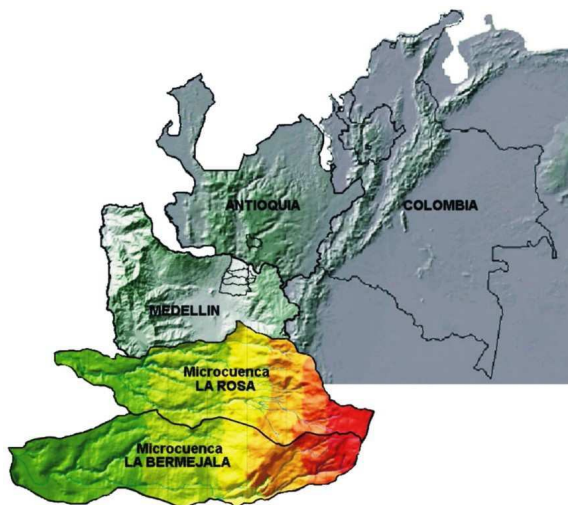


Figura 14. Localización microcuenca La Bermejala
Fuente: PIOM La Bermejala¹.

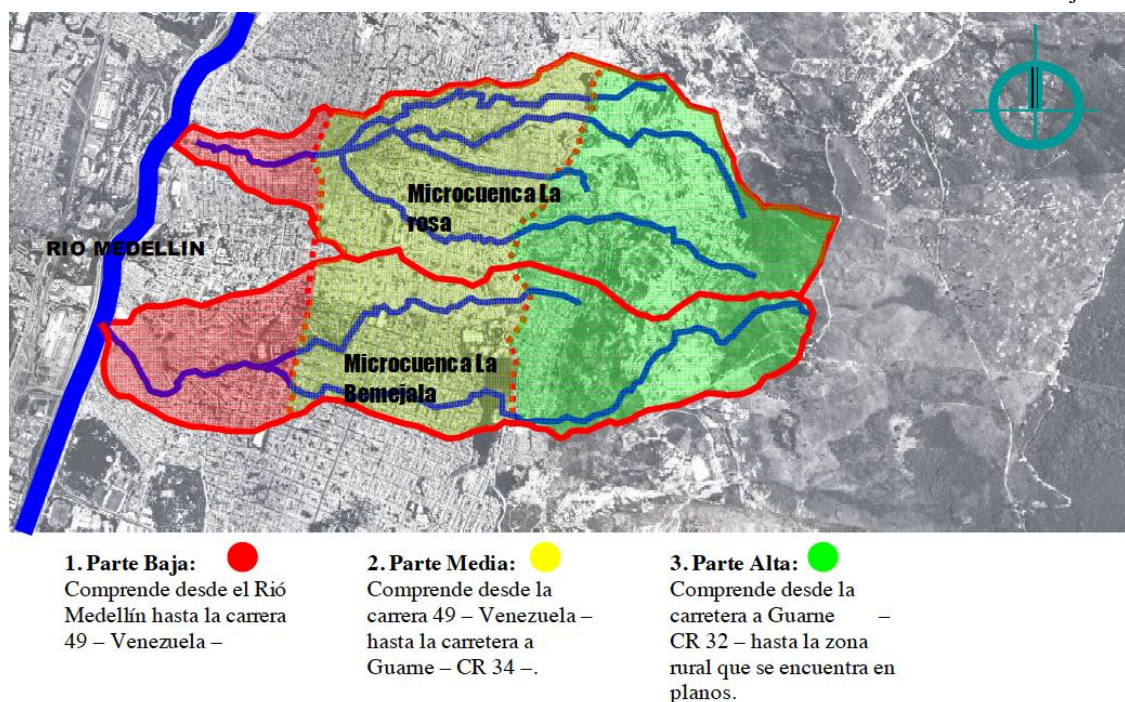
El área total de la cuenca de la quebrada la Bermejala y sus afluentes es de 3,72 Km², 0,66 Km² en el sector rural y 3,06 Km² en la zona urbana¹⁹; según estos es una microcuenca mediana (3.65 Km²).

6.2 CONDICIONES AMBIENTALES

TRAMOS DE ESTUDIO

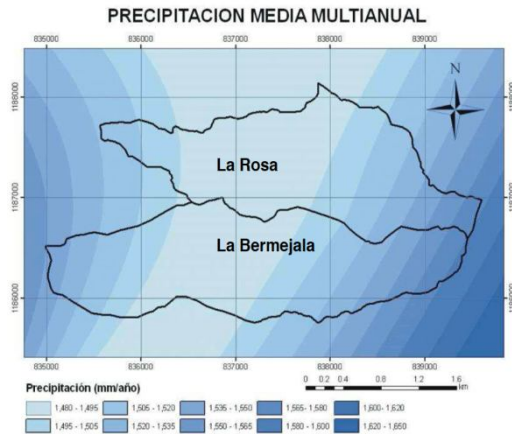
La microcuenca comprende tres sectores: la parte alta, media y baja que se ilustran en el plano x. En los años 80 y 90 gran parte de la zona de influencia de la microcuenca especialmente la parte nororiental sufrió grandes conflictos debido a la violencia en esa época, lo que incrementó mayores presiones sobre el recurso hídrico, el uso del suelo, el desarrollo territorial y el componente medio ambiental de flora y fauna. El componente antrópico ha sido el causante ya sea de forma voluntaria o accidental de la degradación de este sector causando graves conflictos socio-ambientales.

Figura 15. Tramos de estudio microcuenca Rosa y Bermejala
Fuente: PIOM La Bermejala¹.



6.2.1 Caracterización Físico-Biótica/Climatología

En la dinámica de una microcuenca juegan diversos factores físicos, tales como las precipitaciones, la temperatura, la humedad, la evaporación y caudal, lo que hace que los efectos del cambio climático afecten en gran medida el comportamiento de las microcuencas en el medio natural, para ello analizaremos:



El Caudal

Se denomina al volumen de agua que se desplaza en un río, para conservar los valores ecológicos en el cauce de la microcuenca y se mide en m³/seg.

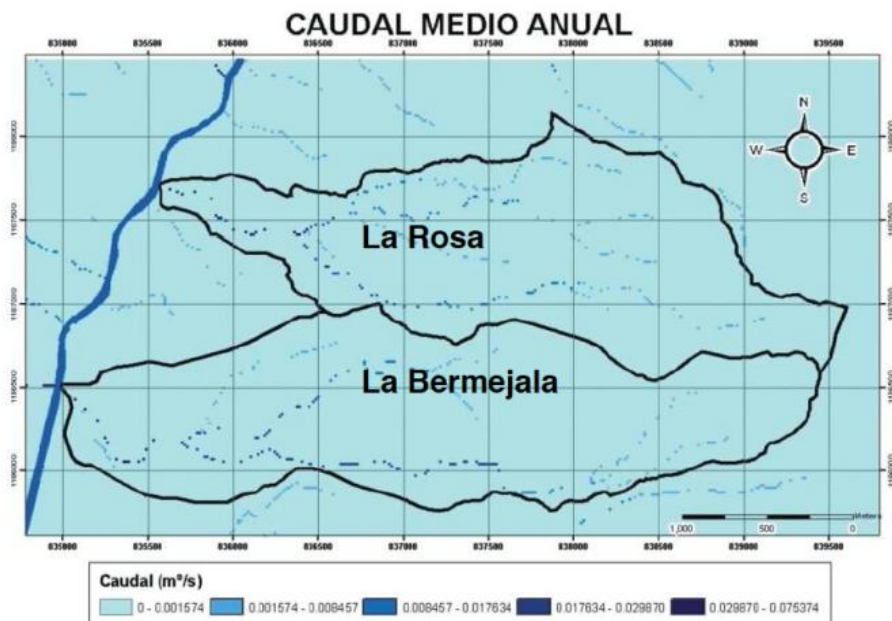


Figura 19. Caudal medio anual. Fuente: PIOM La Bermejala¹.

En la determinación de caudales, están sujetos a variables tales como la geomorfología, precipitación, evotranspiración, tipos y usos del suelo. La Bermejala ha sufrido varias intervenciones lo ha generado cambios en su dinámica y por lo tanto en su cauce natural.

Se determinaron los caudales mínimos con períodos de retorno bajos (2.33, 10 y 25 años); para los períodos de retorno altos (50 y 100 años) los menores caudales los proporciona la curva de recesión. Finalmente el caudal medio de la Bermejala es de 0.0706 (m³/s). (Gráficos y cálculo de índices en el capítulo 8)

Caudal Ecológico

Se define como la cantidad y calidad del agua necesaria para preservar los valores ecológicos y funciones ambientales, teniendo en cuenta las necesidades de la población humana, animal y vegetal. Debe garantizar estabilidad en el ecosistema y mantener las características estéticas y paisajísticas del medio fluvial, con el fin de amortiguar los efectos de eventos climatológicos e hidrológicos tales como el cambio climático.

6.3 RECURSO HÍDRICO

Demanda De Agua

La demanda del recurso hídrico se refiere a las cantidades de agua solicitadas por los usuarios para suplir sus requerimientos. El conocimiento de la oferta y la demanda permiten definir áreas de conflicto por la escasez de este recurso.

- El sector residencial consume el 87 % del total
- El sector comercial demanda un 9% y el de servicios un 3 %
- La demanda del sector industrial es la más influyente sobre la Bermejala y asciende al 0,6 % del total.
- La empresa de servicios públicos abastece cerca del 97% de la demanda total.

Captaciones

Se refiere a la interrupción del cauce natural de la microcuenca para la extracción de agua para diversas actividades, en la microcuenca la Bermejala se identificaron 2 captaciones en la parte alta y media.

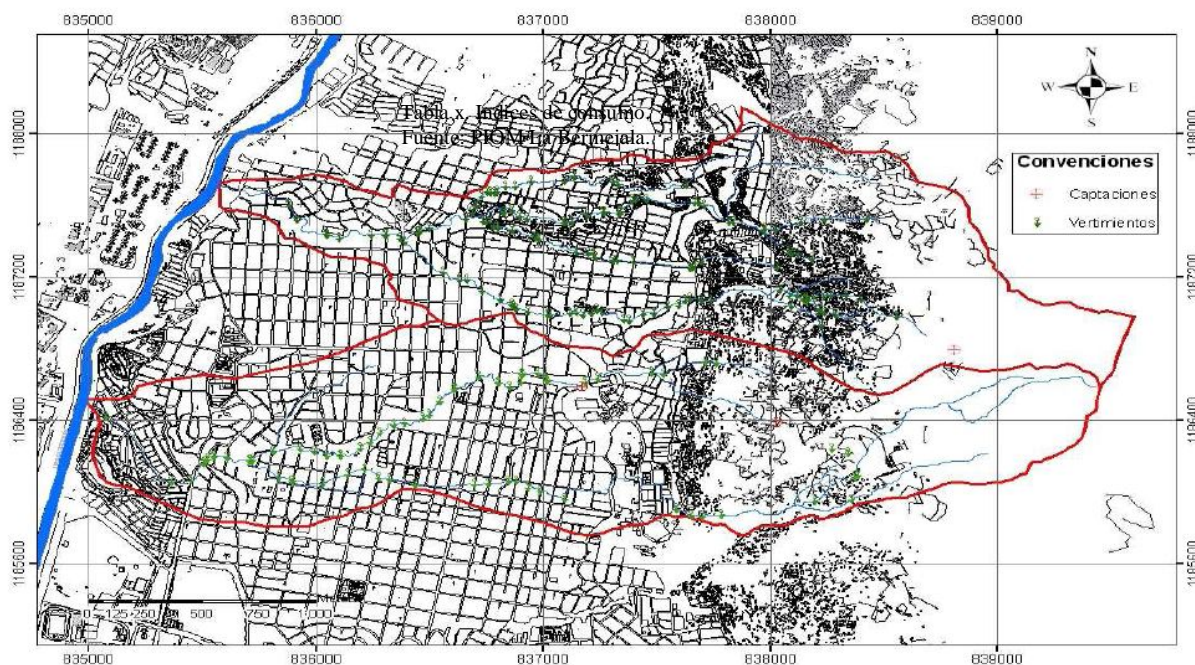


Figura 20 .Mapa de captaciones y vertimientos . Fuente: PIOM La Bermejala¹.

Problemática

La problemática de las microcuencas en torno al uso del agua, se da principalmente en la zona alta debido a las presiones demográficas y urbanas, especialmente en aquellas áreas en donde no existen las condiciones mínimas para el suministro de agua.

Se realizan también captaciones ilegales, lo que trae como consecuencia fugas de agua, desperdicio del recurso y el suministro de agua sin ser apta para el consumo, además de causar inestabilidad en los terrenos perjudicando la calidad del agua en la microcuenca. Esta problemática se presenta igualmente en las partes media y baja del área de estudio, en donde la calidad del agua presenta índices de calidad medio o mala.

El suministro de agua es realizado en más del 99% por EEPPM, además se capturaron 7 puntos de lavado de carros, en donde se interrumpe la infraestructura de agua potable para este tipo de usos.

Calidad del Agua

Se utilizan fuentes alternativas para el consumo de agua tales como El tanque del Toldo (suministra un 99% del agua a la población que no tiene servicios básicos de saneamiento), ya que existe un alto índice de vertimiento de aguas residuales que ocasiona que el agua de la microcuenca no sea apta para el consumo humano.

Índice de Contaminación

La microcuenca que tiene mayor transporte de DBO es la Bermejala con **6,7 ton/día**. Se observa un número mayor de viviendas ubicadas en zonas de retiro de la quebrada y por tanto mayor número de descargas de aguas residuales a la quebrada, evidenciándose esa presencia de aguas

residuales domésticas (ARD) en el cauce. Se puede inferir que entre un 25 a 50% del caudal medio de la fuente de agua lo aportan las viviendas que descargan a la quebrada.

El crecimiento urbano en la zona alta de la microcuenca se da sin ninguna planificación, sumado a esto el asentamiento de viviendas en la zona de retiro de la microcuenca, generando una mayor descarga de agua residual a la misma. En la parte media y baja se da una situación similar, dado **25 a 50%** del caudal medio de la fuente de agua lo aportan las viviendas. En general las condiciones de saneamiento en esta zona es producto de las descargas de aguas residuales, botaderos de desechos sólidos y acumulación de carga contaminante que traen las quebradas desde su nacimiento.

Disponibilidad Real De Agua

La disponibilidad real de agua es el resultado de la integración de la oferta natural, los caudales, vertimientos y la demanda.

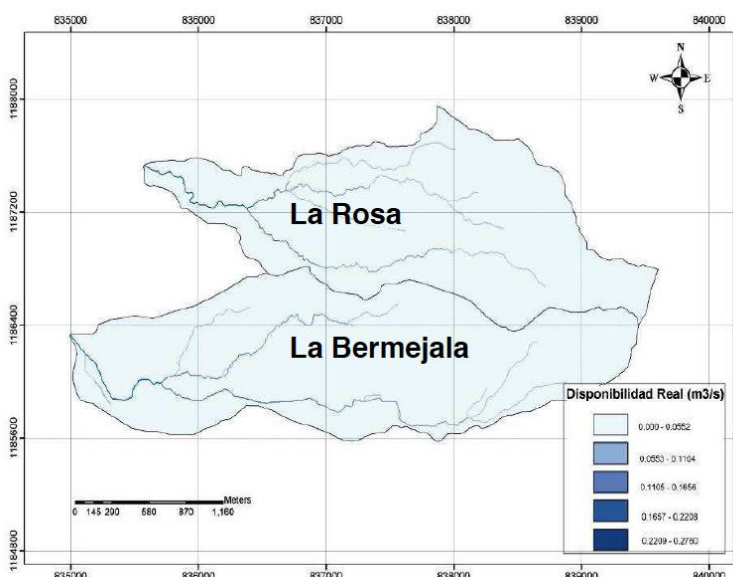


Figura 21. Disponibilidad real de agua. Fuente: PIOM La Bermejala¹.

La disponibilidad real de agua es el resultado de la integración de la oferta natural, los caudales, vertimientos y la demanda. La zona se abastece en un 99% a través de EEPPM, e indirectamente con las aguas de rebose del tanque del Toldo.

La problemática ambiental de las microcuencas se evidencia debido a la presencia de basuras, invasión de retiros de las quebradas y como consecuencia la descarga de aguas residuales, que aumentan el grado de vulnerabilidad de la zona.

Amenazas

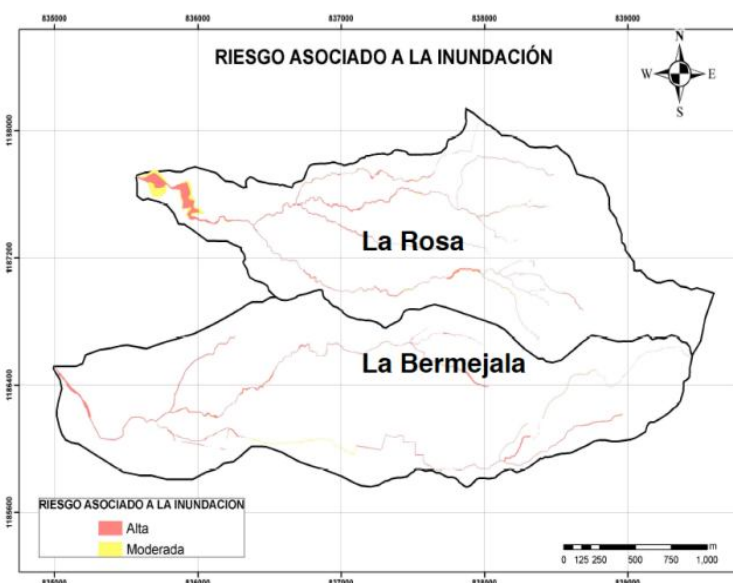


Figura 22. Riesgo por inundación. Fuente: PIOM La Bermejala¹.

La amenaza por inundación para las corrientes de agua de las microcuencas de las quebradas la Rosa y La Bermejala está determinada por las áreas que comprende las manchas de inundación definidas por el tránsito de los caudales con período de retorno de 100 y 500 años. La zonas mas vulnerables están en la parte baja de la microcuenca precisamente las mas urbanizadas.

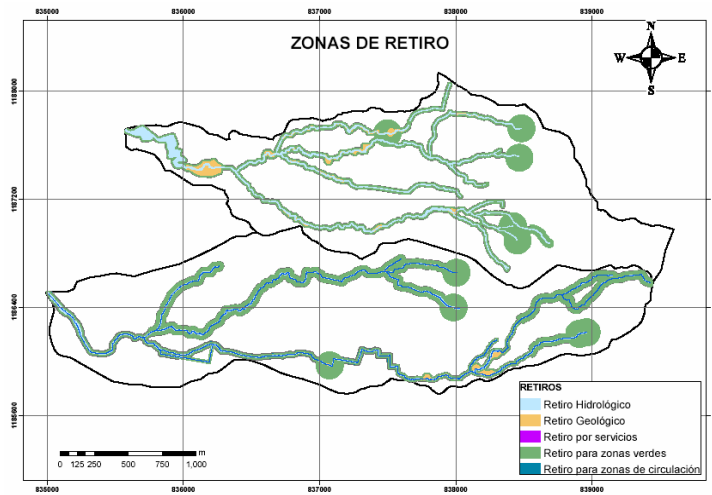


Figura 23 . Zonas de Retiro a corrientes de agua.
Fuente: PIOM La Bermejala¹.

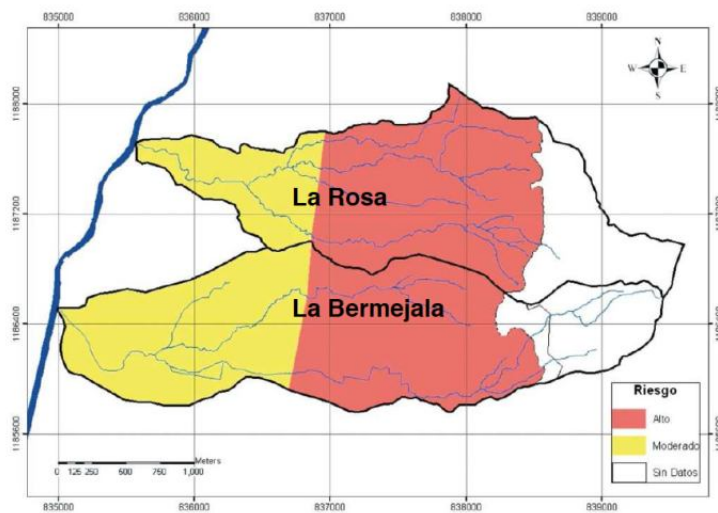


Figura 24 . Mapa de Zonas de Amenaza Sísmica La Bermejala
Fuente: PIOM La Bermejala¹.

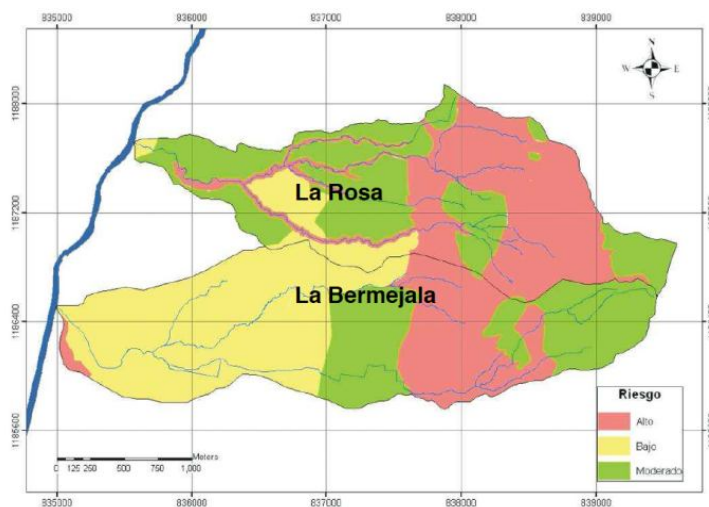


Figura 25. Mapa de Amenaza por movimientos en masa La Bermejala.
Fuente: PIOM La Bermejala¹.

ZONAS DE RETIRO POR INUNDACIÓN

Estas áreas dentro de este sector se encuentran ocupadas por viviendas de invasión en la zona urbana y dentro del borde urbano rural. Esto presenta un gran riesgo ya que son áreas altamente inundables e inapropiadas para que los asentamientos urbanos.

AMENAZAS

La invasión de retiros geológicos, afecta especialmente la zona alta de la microcuenca que es la más crítica, ya que se presentan numerosos banqueos que afectan la estabilidad natural de suelo.

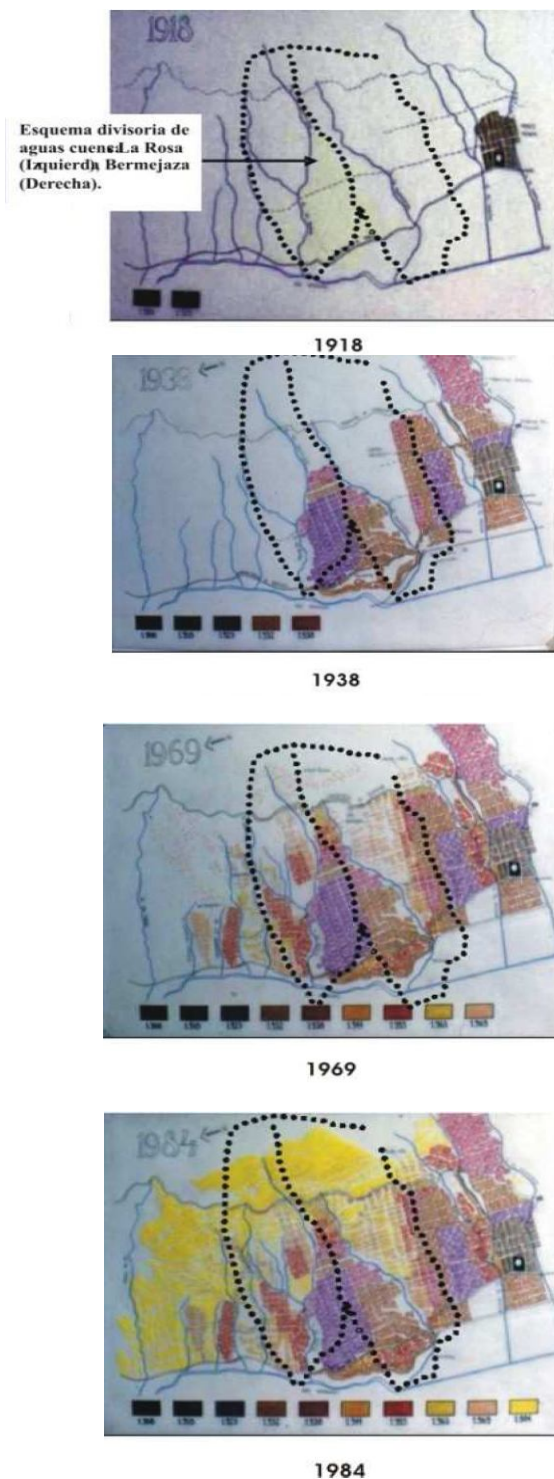
En la zona media del área de estudio existen deslizamientos pequeños, se presentan procesos erosivos en medianas proporciones, y la amenaza por movimientos en masa es media a alta al igual que la amenaza sísmica.

Finalmente en la zona baja se presenta baja amenaza al deslizamiento y moderada amenaza sísmica, ya que los procesos erosivos y movimientos en masa se presentan en baja proporción.

El uso del suelo que se presenta en esta zona de las microcuencas permite que los procesos erosivos sean de pequeñas magnitudes y afecten en bajo grado el recurso suelo. En la parte alta se presenta especialmente un área de pastizales y cultivos, lo que ayuda a consolidar este terreno aún mas.

6.4 CONDICIONES URBANAS

Caracterización Territorial: Crecimiento y Conformación



Como se describe en el PIOM La Bermejala¹ el componente territorial de el área de la microcuenca, se desarrolló a través de los años en cuatro etapas:

Comenzó con el asentamiento de fincas de producción ganadera y cultivos, además de casas de campo para el disfrute de verano, tradicional en la época de la colonia a principios del siglo XX.

En la segunda fase las tierras comienzan a valorizarse y por

lo tanto se parcelan y se consolidan como fincas de producción, comenzando configurar la primera trama urbana de la época.

En la tercera etapa, los urbanizadores y compañías privadas se encargan de maximizar el proceso de configuración urbana, en donde se obtienen ganancias gracias a la población en su deseo por ver representado en la urbe emergente una mejora en la calidad de vida, en la economía y en el estatus social.

Finalmente, surge la necesidad de una relación del estado en la planificación, ordenamiento y configuración de este territorio, que hasta el momento había surgido aleatoriamente alrededor de las microcuencas con el apoyo de los constructores privados.

El estado empieza a ofrecer planes de vivienda para los obreros y empleados, lo que conlleva a una estructuración del territorio con nuevas obras e infraestructura de acceso

a estas urbanizaciones. Se comienzan a crear instituciones para la reglamentación y gestión del territorio. (Area Metropolitana del Valle de Aburrá, 2006)

Cuando Medellín se convirtió en uno de los centros de desarrollo económico del país, trayendo consigo la construcción de grandes infraestructuras paralelamente se vivía una situación de violencia y desplazamiento, lo que estimuló la migración de habitantes del campo a la ciudad y por tanto la creación de barrios de invasión en las laderas. Este tipo de construcciones era de tipo precario, autoconstrucción y aleatorio.

Figura 26 a 29. Evolución histórica microcuenca.
Fuente: PIOM La Bermejala¹.

Coberturas y Uso Del Suelo

Predominan los pastos, plantaciones forestales y los cultivos agrícolas. Las zonas urbanizadas alcanzan un área de 26,3 Ha en el área rural y el borde urbano de La microcuenca la Bermejala, y la tendencia es a aumentar las construcciones. Los procesos erosivos ocupan cerca del 8% en la Bermejala. La problemática general encontrada para la zona urbana que comprende las partes media y baja se resume en:

- Déficit de cobertura vegetal
- Baja conectividad de las zonas verdes
- Alta densidad de especies no aptas para la silvicultura urbana
- Bajo número de especies adecuadas
- Reducido espacio de siembra
- Subutilización de áreas abiertas
- Falta de valoración por el árbol urbano
- Sólo presencia de especies de aves generalistas
- Presencia de insectos incómodos asociados a condiciones de hacinamiento en algunos sectores.

La morfología de los nuevos asentamientos que conforman la cuenca y modifican los cauces de quebradas no corresponde a ningún tipo de planeación, en donde predominan las técnicas de construcción artesanal, especialmente al borde la microcuenca en donde no existen infraestructura vial apropiada ni equipamientos adecuados para la nueva población. Además, la amenaza por movimientos en masa varía de media a alta al igual que la amenaza sísmica. (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2006)

6.5 CONDICIONES SOCIOCULTURALES

Para la comprensión de las condiciones socioculturales de la población del área de influencia se consideraron las relaciones que establecen los pobladores entre sí, con el resto de la ciudad y con la base natural de los recursos en un contexto de afectación mutua, de interrelación e interacción permanente, donde se instauran nuevas formas de habitar el territorio, como una respuesta en la lucha por la sobrevivencia. En la situación socio cultural del sector prevalecen los hogares poco consolidados, en donde las mujeres son las cabezas de familia y en la mayoría de los casos es la responsable del sustento del hogar, sin contar con los altos índices de violencia intrafamiliar.

También existen otros colectivos, como el de los jóvenes y el de la tercera edad, en el caso de los primeros no existen posibilidad de calificarse profesional ni laboralmente, además de la falta de ofertas para emplear productivamente el tiempo libre. En el caso de los ancianos, es una población abandonada física, social y afectivamente ya que se dificulta su inserción en el circuito colectivo de productividad y no se garantiza el sustento diario para ninguno de los dos grupos. La situación social se resume en la siguiente tabla:

| GRUPO POBLACIONAL | CARACTERIZACIÓN |
|-------------------|---|
| Niños | Son el grupo poblacional que cuenta con más apoyo de diferentes instituciones, subsidio de alimento (público y privado), programas de recreación (público y privado), educación, entre otros. En general se ha invertido esfuerzos importantes en este grupo generacional pues son vistos como la posibilidad de la zona de un futuro mejor; aunque no por ello ha dejado de existir el maltrato infantil del cual muchos de ellos son víctimas, al igual que lo son de la desnutrición y otras enfermedades asociadas. |
| Jóvenes | Son quienes tradicionalmente se han organizado frente al tema de la recreación y luego de la participación, ahora están tratando de hacerlo frente al tema económico (empleo y generación de ingresos) pues el desempleo, y a ellos como grupo vulnerable por el estigma con el que han cargado de violentos y viciosos, se les presenta cada vez más como una preocupación. Los jóvenes han recibido en general pocas capacitaciones y menos en el tema económico. |
| Adulto Mayor | Son los de mayor presencia y los más apoyados por la institucionalidad en el sentido de recreación, aunque aún se ve un alto nivel de abandono y desnutrición en la mayoría de ellos; lo que hace que su autoestima disminuya y se sientan un estorbo para la comunidad y para sus propias familias, aunque muchos trabajan de manera gratuita al servicio de los demás, como es el caso de los restaurantes para niños de las parroquia que es atendido por señoras voluntarias, o el cuidado de los nietos para permitir que sus hijas puedan trabajar. |

Tabla 1. Caracterización socio-cultural. . Fuente: PIOM La Bermejala.

6.6 CONDICIONES ECONÓMICAS

Realizar un diagnóstico socioeconómico en las condiciones de los asentamientos de la zona de la microcuenca de interés es complejo, pues no existe la suficiente información secundaria, a nivel barrial, que permita hacer una caracterización a partir de ella, la información existente está generalmente en la escala de comuna o de zona.

La actividad económica del sector se ve reflejada en negocios de comercio de bienes y servicios, en la siguiente proporción: de la población económicamente activa, el 35% esta dedicada a la venta de mercancías en negocios propios, 40% se desplaza a trabajar y el 25% restante no tiene empleo. La principal actividad empleadora en la zona son las microempresas de arepas, las mismas que han generado eventos negativos y dificultades, pues son microempresas que se ubican en zonas de alto riesgo, se conectan de manera pirata a la energía eléctrica y han provocado incendios.

A partir del estudio del PIOM la Bermejala¹ se llegaron a las siguientes conclusiones:

- ☐ La mayoría de la gente tiene empleo informal.
- ☐ El 86% de los habitantes del barrio reciben como ingresos menos de un mínimo.
- ☐ Las condiciones de pobreza hacen que los recursos no sean canalizados de la mejor manera.

6.6.1 Potencial económico del sector

Los pobladores manifestaron algunas posibilidades de proyectos productivos con agricultura, como aprovechar las terrazas para agricultura urbana, incentivar la arborización de zonas comunes y las riberas de quebradas para sembrar alimentos. En el estudio de flora y fauna de el PIOM de la Rosa y la Bermejala logró constatar la existencia de 139 solares ecológicos, así como pequeñas zonas potenciales para ello.

También surgieron ideas para aprovechar las quebradas para la recreación de las personas del barrio, como paisajismo; para ello es necesario hacer muchos proyectos en cuanto a la reforestación por los mismos habitantes, lo cual generaría el sentido de pertenencia en la comunidad del sector.

7. PROBLEMÁTICA

Tanto desde los ámbitos medioambientales como socio-económicos se ve representada la influencia e impactos sobre el recurso hídrico, en su calidad, disponibilidad y oferta, que se da fundamentalmente por la problemática de saneamiento ambiental existente en las microcuencas. Otro aspecto fundamental a tener en cuenta es el la condición social en este sector, ya que generalmente se trata de una comunidad desplazada con bajos índices de escolaridad, en donde los recursos económicos son escasos y por lo tanto presenta una mayor vulnerabilidad a estos conflictos socio-ambientales generando una mayor presión sobre los recursos, en donde se evidencia la inadecuada gestión del recurso hídrico y una carente infraestructura sanitaria.

Sumado a esta problemática, el crecimiento territorial ha sido descontrolado en el área de influencia de la microcuenca especialmente en las áreas de retiro, zonas de altos riesgo e incluso zonas de reserva o protección. Estas acciones impactan de una manera negativa el componente medio ambiental especialmente el recurso hídrico, lo que hace que su oferta se vea reducida, su calidad degradada por la contaminación de afluentes y la deficiente gestión del agua en este sector. Dentro del PIOM de la microcuenca la Bermejala, se han identificado varios efectos negativos debido a la problemática mencionada anteriormente, en donde destacamos:

- Contaminación de las fuentes de agua superficial y subterránea.
- Alteración del régimen natural de caudales.
- Generación de enfermedades y molestias respiratorias causados por los "Compuestos Orgánicos Volátiles" - VOC's.
- Emisiones atmosféricas, por la quema de los residuos.
- Generación de olores desagradables.
- Apariencia desagradable de las microcuencas.
- Desaparición de vida acuática.
- Reducción de los niveles de oxígeno disuelto en las fuentes de agua.
- Reducción de los niveles de biodegradabilidad de las fuentes de agua.
- Reducción de la movilidad.
- Afectación del paisaje.
- Pérdida de cobertura vegetal y erosión del suelo.
- Riesgos en pérdidas de vidas humanas por estar ubicados en zonas de alto riesgo por movimientos en masa lo que genera deslizamientos
- Riesgos en pérdidas de vidas humanas por estar asentadas en las llanuras de inundación de los cauces.
- Riesgos por inestabilidad estructural de las viviendas construidas en llenos con escombros

La microcuenca se encuentra altamente intervenida debido diversos factores en especial el antrópico, en donde los procesos urbanísticos no planificados, la ausencia de entidades gubernamentales y la carencia de educación afectan directamente todos los ámbitos trayendo repercusiones en el desarrollo socio-ambiental de la misma. Las causas de estos impactos son diversas y por lo tanto se deben definir e integrar en el momento de realizar acciones y estrategias de desarrollo sostenible para la adecuada gestión del agua, que propicien una solución eficiente ambientalmente viable en donde se protejan los recursos e intereses, integrando el ámbito social y participativo dentro de la ecuación. (Area Metropolitana del Valle de Aburrá, 2006)

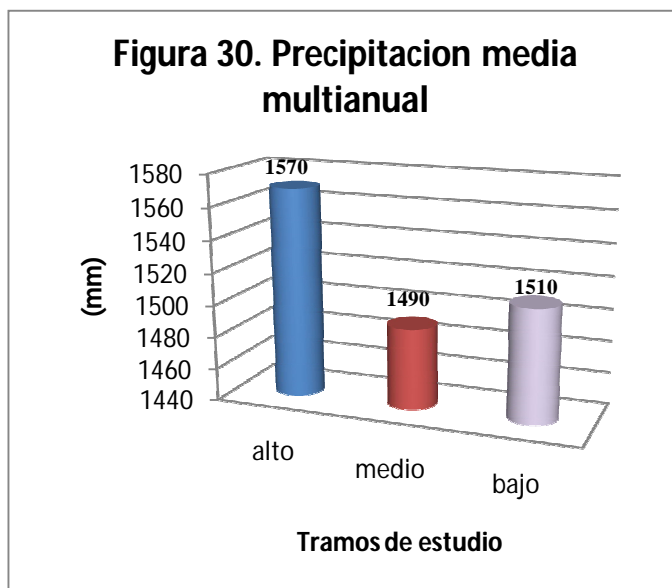
8. INDICADORES DE ANÁLISIS DEL RECURSO HÍDRICO

8.1 INDICADORES DE FACTOR DETERMINANTE

8.1.1 Índice de precipitación

| Tema | Recurso hídrico – factores físicos | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------|-------|--|--|-------------|-------|--|--|------------|-------|--|--|
| Definición | La precipitación es el agua procedente de la atmósfera que en cualquiera de sus formas físicas, se deposita sobre la superficie de la tierra. El indicador mide la precipitación total media para la microcuenca la Bermejala (mm). los datos son obtenidos por el PIOM de La Bermejala ¹ y EL IDEAM ² . | | | | | | | | | | | | |
| Relevancia e interacciones | Es un factor natural determinante directamente relacionado con los factores físicos que influyen sobre el comportamiento de la microcuenca especialmente en el ciclo del agua, además de un indicador de seguimiento de la explotación del recurso hídrico. | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula | No contiene, se hizo recolección de datos de acuerdo a las precipitaciones mensuales. | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de Medida | Mm | | | | | | | | | | | | |
| Periodicidad | Multianual | | | | | | | | | | | | |
| Tablas de datos | <table> <tr> <th>TRAMO ALTO</th><th>DATOS</th></tr> <tr> <td>Este es el tramo que más presenta precipitaciones, dada su topografía y sus condiciones ambientales ya que es un tramo rural dentro de la microcuenca.</td><td>La precipitación media multianual tiene un promedio de 1570 mm aprox.</td></tr> <tr> <th>TRAMO MEDIO</th><th>DATOS</th></tr> <tr> <td>Por ser el tramo con topografía más plana, el régimen de lluvias es el más escaso de toda la microcuenca.</td><td>precipitación media multianual entre 1490 mm aprox.</td></tr> <tr> <th>TRAMO BAJO</th><th>DATOS</th></tr> <tr> <td>Esta zona presenta un régimen de precipitaciones medio, en comparación con los otros tramos de la microcuenca.</td><td>La precipitación media multianual tiene un promedio de 1510 mm aprox.</td></tr> </table> | TRAMO ALTO | DATOS | Este es el tramo que más presenta precipitaciones , dada su topografía y sus condiciones ambientales ya que es un tramo rural dentro de la microcuenca. | La precipitación media multianual tiene un promedio de 1570 mm aprox. | TRAMO MEDIO | DATOS | Por ser el tramo con topografía más plana, el régimen de lluvias es el más escaso de toda la microcuenca. | precipitación media multianual entre 1490 mm aprox. | TRAMO BAJO | DATOS | Esta zona presenta un régimen de precipitaciones medio , en comparación con los otros tramos de la microcuenca. | La precipitación media multianual tiene un promedio de 1510 mm aprox. |
| TRAMO ALTO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Este es el tramo que más presenta precipitaciones , dada su topografía y sus condiciones ambientales ya que es un tramo rural dentro de la microcuenca. | La precipitación media multianual tiene un promedio de 1570 mm aprox. | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO MEDIO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Por ser el tramo con topografía más plana, el régimen de lluvias es el más escaso de toda la microcuenca. | precipitación media multianual entre 1490 mm aprox. | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO BAJO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Esta zona presenta un régimen de precipitaciones medio , en comparación con los otros tramos de la microcuenca. | La precipitación media multianual tiene un promedio de 1510 mm aprox. | | | | | | | | | | | | |

Gráfico

**Situación general de la microcuenca**

En general la microcuenca presenta mayor régimen de lluvias en la parte alta y en la baja, siendo la parte media la que menos recibe precipitaciones. Igualmente los meses mas lluviosos son mayo y octubre, y el menos lluvioso es enero.

Fuente

"..La recolección de datos se hizo utilizando 6 estaciones cercanas a la zona de estudio y como información de apoyo se tomó el mapa construido para esta variable sobre el valle del río Medellín durante el proyecto "Diseño y puesta en marcha de la red de monitoreo ambiental en la cuenca hidrográfica del Río Medellín en jurisdicción del Área Metropolitana" (UNAL-Área Metropolitana, 2004)". PIOM La Bermejala¹. (Diagnóstico. Capítulo 4. pg 12.).

8.1.2 Temperatura promedio**Tema****Recurso hídrico – factores físicos****Definición**

El indicador mide la temperatura aproximada para cada tramo de estudio dentro de la microcuenca en grados centígrados, se calcula a partir de temperaturas medias mensuales .

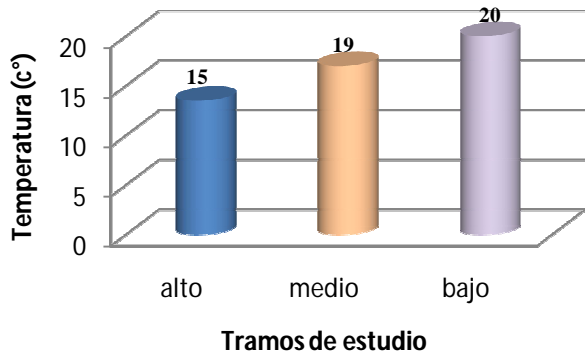
Relevancia e interacciones

Este indicador es determinante, relacionado con la evapotranspiración y la humedad, nos sirve para determinar las variables en el ciclo hidrológico y los efectos de gases de invernadero.

Fórmula

$$T_{media} = 29.42 - 0.0061 \cdot H$$

"..Según la fórmula Tmedia es la temperatura media anual en grados centígrados y H es la altura sobre el nivel del mar en (m)." basado en los cálculos del PIOM La Bermejala¹

| Unidad de Medida | Grados centígrados (C°) | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------|------------------|--|---------------------------------------|-------------|-------|---|-------------------------------------|------------|-------|--|--|
| Periodicidad | multianual | | | | | | | | | | | | |
| Tablas de datos | <table border="1"> <tr> <th>TRAMO ALTO</th><th>DATOS</th></tr> <tr> <td>Por ser la zona mas alta topográficamente, la temperatura media multianual es la más baja dentro de la microcuenca.</td><td>Valores de 13.5 a 15 c° aprox.</td></tr> <tr> <th>TRAMO MEDIO</th><th>DATOS</th></tr> <tr> <td>Por ser la parte media, presenta un breve aumento de temperatura indicando la transición rural - urbana.</td><td>Valores de 17 a 19 c° aprox.</td></tr> <tr> <th>TRAMO BAJO</th><th>DATOS</th></tr> <tr> <td>Es el área mas urbanizada, por lo tanto presenta la mayor temperatura de los tres tramos.</td><td>Temperaturas medias de 20 c° aprox.</td></tr> </table> | TRAMO ALTO | DATOS | Por ser la zona mas alta topográficamente, la temperatura media multianual es la más baja dentro de la microcuenca. | Valores de 13.5 a 15 c° aprox. | TRAMO MEDIO | DATOS | Por ser la parte media, presenta un breve aumento de temperatura indicando la transición rural - urbana. | Valores de 17 a 19 c° aprox. | TRAMO BAJO | DATOS | Es el área mas urbanizada, por lo tanto presenta la mayor temperatura de los tres tramos. | Temperaturas medias de 20 c° aprox. |
| TRAMO ALTO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Por ser la zona mas alta topográficamente, la temperatura media multianual es la más baja dentro de la microcuenca. | Valores de 13.5 a 15 c° aprox. | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO MEDIO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Por ser la parte media, presenta un breve aumento de temperatura indicando la transición rural - urbana. | Valores de 17 a 19 c° aprox. | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO BAJO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Es el área mas urbanizada, por lo tanto presenta la mayor temperatura de los tres tramos. | Temperaturas medias de 20 c° aprox. | | | | | | | | | | | | |
| Gráfico | <p>Figura 31. Temperatura (c°) por tramos</p>  <table border="1"> <caption>Data for Figura 31</caption> <thead> <tr> <th>Tramos de estudio</th> <th>Temperatura (c°)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>alto</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>medio</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>bajo</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table> | Tramos de estudio | Temperatura (c°) | alto | 15 | medio | 19 | bajo | 20 | | | | |
| Tramos de estudio | Temperatura (c°) | | | | | | | | | | | | |
| alto | 15 | | | | | | | | | | | | |
| medio | 19 | | | | | | | | | | | | |
| bajo | 20 | | | | | | | | | | | | |
| Situación general de la microcuenca | Se observa que la temperatura incrementa a medida que los tramos de la microcuenca hacen transición desde lo rural a lo urbano. En este aspecto se valoran aspectos tanto físicos, como territoriales en donde por el incremento de la urbanización y la topografía hacen que estos valores físicos varíen en gran medida. | | | | | | | | | | | | |
| Fuente | ."No existen registros sobre la temperatura media de la microcuenca, se estima según la ecuación propuesta por CENICAFÉ (Chávez y Jaramillo, 1996)".(PIOM La Bermejala ¹ , Diagnóstico. Capítulo 4. pg 129) . | | | | | | | | | | | | |

8.1.3 índice de evotranspiración

| | |
|-------------|---|
| Tema | Recurso hídrico – factores físicos |
|-------------|---|

| | |
|-------------------|---|
| Definición | Mide la pérdida de agua y de humedad (mm) de una superficie por evaporación. Existen muchos factores que influyen sobre esta variable como la temperatura, la humedad, el tipo de vegetación, etc . |
|-------------------|---|

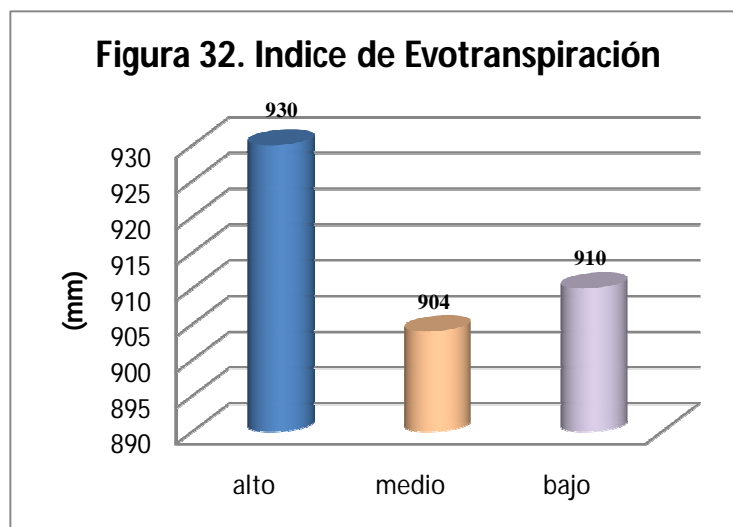
| | |
|-----------------------------------|---|
| Relevancia e interacciones | Este indicador es de factor natural determinate, relacionado con el índice de humedad y por lo tanto decisivo en los casos de sequía y de aridez de la microcuenca, lo cual representa un impacto para el recurso hídrico y el territorio en general. |
|-----------------------------------|---|

| | |
|----------------|--|
| Fórmula | $ETR = \frac{P}{\left(1 + \left(\frac{P}{R_n}\right)^\alpha\right)^{\frac{1}{\alpha}}}$ <p>Los datos son tomados del PIOM La Bermejala¹, en donde ".ETR es la evapotranspiración real (mm/año), P es la precipitación media en la cuenca (mm/año), Rn es el equivalente de agua de la radiación neta con Rn = 1172.69 en (mm/año) y (α) es un parámetro que depende de la escala de estimación de la variable."</p> |
|----------------|--|

| | |
|-------------------------|--------|
| Unidad de Medida | mm/año |
|-------------------------|--------|

| | |
|---------------------|-------|
| Periodicidad | anual |
|---------------------|-------|

| Tablas de datos | <table border="1"> <tr> <th>TRAMO ALTO</th> <th>DATOS</th> </tr> <tr> <td>Por ser el tramo más alto, con mayores valores de precipitación también presenta una mayor evapotranspiración.</td> <td>Presenta un promedio de 930 mm/año aprox.</td> </tr> <tr> <th>TRAMO MEDIO</th> <th>DATOS</th> </tr> <tr> <td>Los valores de evatrotanspiración son más bajos que el resto de la microcuenca.</td> <td>Promedio de 904 mm/año aprox.</td> </tr> <tr> <th>TRAMO BAJO</th> <th>DATOS</th> </tr> <tr> <td>Se da una situación similar a la de la parte alta de la microcuenca.</td> <td>Promedio de 910 mm/año aprox.</td> </tr> </table> | TRAMO ALTO | DATOS | Por ser el tramo más alto, con mayores valores de precipitación también presenta una mayor evapotranspiración. | Presenta un promedio de 930 mm/año aprox. | TRAMO MEDIO | DATOS | Los valores de evatrotanspiración son más bajos que el resto de la microcuenca. | Promedio de 904 mm/año aprox. | TRAMO BAJO | DATOS | Se da una situación similar a la de la parte alta de la microcuenca. | Promedio de 910 mm/año aprox. |
|---|--|------------|-------|---|--|-------------|-------|--|--------------------------------------|------------|-------|--|--------------------------------------|
| TRAMO ALTO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Por ser el tramo más alto, con mayores valores de precipitación también presenta una mayor evapotranspiración. | Presenta un promedio de 930 mm/año aprox. | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO MEDIO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Los valores de evatrotanspiración son más bajos que el resto de la microcuenca. | Promedio de 904 mm/año aprox. | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO BAJO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Se da una situación similar a la de la parte alta de la microcuenca. | Promedio de 910 mm/año aprox. | | | | | | | | | | | | |

Gráfico**Situación general de la microcuenca**

La evapotranspiración mas baja se da en la parte media de la microcuenca, esto se debe básicamente que es es uno de los tramos mas urbanos y presenta la menor tasa de precipitaciones dentro de la microcuenca.

Fuente

.."Los datos se tomaron del estudio de 52 cuencas con áreas entre 25 y 5300 km² con condiciones climáticas diferentes y variables aplicables a la región de estudio. (Barco y Cuartas, 1998)". PIOM La Bermejala¹ (Diagnóstico. Capítulo 4. pg 125)

8.1.4 Humedad Relativa**Tema****Recurso hídrico – factores físicos****Definición**

" ..La humedad relativa se define como la relación entre la presión de vapor, e y su valor de saturación a una temperatura de aire dada, e_s .

“..Para el cálculo de ésta se utiliza una particularización de la ecuación de Clausius-Clapeyron que aproxima estos valores de saturación al intervalo de temperaturas en nuestro ambiente..” Donde e y e_s están dadas en Pa, y T y T_d en °C, (UNAL-CTA, 2001). Luego la humedad relativa se obtiene de dividir estos dos valores y se expresa en porcentaje..” (PIOM La Bermejala¹, 2006).

Los cálculos están definidos por el estudio realizado en el PIOM de La Bermejala¹ para esta microcuenca.

Relevancia e interacciones

La humedad relativa interviene directamente sobre los ecosistemas, constituyendo un factor importante a la hora de determinar condiciones de vida animal y vegetal, además de la influencia en la calidad del aire.

| Fórmula | $e_s = 611 \exp \frac{17.27T}{237.3 + T}$ $e = 611 \exp \frac{17.27T_d}{237.3 + T_d}$ | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------|-------------|--|--|-------------|-------|---|--------------------------------------|------------|-------|--|--------------------------------|
| Unidad de Medida | Porcentaje (%) | | | | | | | | | | | | |
| Periodicidad | anual | | | | | | | | | | | | |
| Tablas de datos | <table> <tr> <th>TRAMO ALTO</th><th>DATOS</th></tr> <tr> <td>Presenta un leve descenso del porcentaje de de humedad a comparación con los demás tramos.</td><td>Para la zona alta se tiene en promedio 76,4% Aprox.</td></tr> <tr> <th>TRAMO MEDIO</th><th>DATOS</th></tr> <tr> <td>Presenta valores similares a los de la zona baja.</td><td>para la zona media 78% Aprox.</td></tr> <tr> <th>TRAMO BAJO</th><th>DATOS</th></tr> <tr> <td>Presenta valores similares a los de la zona media.</td><td>zona baja 79, 4% Aprox.</td></tr> </table> | TRAMO ALTO | DATOS | Presenta un leve descenso del porcentaje de de humedad a comparación con los demás tramos. | Para la zona alta se tiene en promedio 76,4% Aprox. | TRAMO MEDIO | DATOS | Presenta valores similares a los de la zona baja. | para la zona media 78% Aprox. | TRAMO BAJO | DATOS | Presenta valores similares a los de la zona media. | zona baja 79, 4% Aprox. |
| TRAMO ALTO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Presenta un leve descenso del porcentaje de de humedad a comparación con los demás tramos. | Para la zona alta se tiene en promedio 76,4% Aprox. | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO MEDIO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Presenta valores similares a los de la zona baja. | para la zona media 78% Aprox. | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO BAJO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Presenta valores similares a los de la zona media. | zona baja 79, 4% Aprox. | | | | | | | | | | | | |
| Gráfico | <p>Figura 33. Humedad Relativa</p> <table border="1"> <caption>Data for Figura 33. Humedad Relativa</caption> <thead> <tr> <th>Tramos de estudio</th> <th>Humedad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>alto</td> <td>76,4 %</td> </tr> <tr> <td>medio</td> <td>78 %</td> </tr> <tr> <td>bajo</td> <td>79,4 %</td> </tr> </tbody> </table> | Tramos de estudio | Humedad (%) | alto | 76,4 % | medio | 78 % | bajo | 79,4 % | | | | |
| Tramos de estudio | Humedad (%) | | | | | | | | | | | | |
| alto | 76,4 % | | | | | | | | | | | | |
| medio | 78 % | | | | | | | | | | | | |
| bajo | 79,4 % | | | | | | | | | | | | |
| Situación general de la microcuenca | <p>Este indicador presenta gran variabilidad en los tramos medio y bajo, son tramos urbanos en donde factores como la temperatura y calidad del aire tienen gran variabilidad en comparación con el tramo alto de la microcuenca. Esto hace que exista un mayor contenido de humedad en estas zonas con respecto al resto de la microcuenca.</p> | | | | | | | | | | | | |
| Fuente | PIOM La Bermejala ¹ . Diagnóstico .Capitulo 4, pg 134. | | | | | | | | | | | | |

8.1.5 Índice de Coberturas y Usos del suelo

| | |
|-----------------------------------|--|
| Tema | Ambiental |
| Definición | Determina la superficie expresada en porcentaje destinada a cultivos, sobre la superficie total de la microcuenca de estudio. |
| Relevancia e interacciones | Este indicador es determinante y mide la presión de la agricultura sobre el uso del recurso hídrico, que actualmente presenta la mayor demanda de agua a nivel global. En la determinación de este índice influyen las técnicas utilizadas, el clima, la temperatura, las precipitaciones y en general los factores físicos asociados. |
| Fórmula | No existe fórmula. Se calcula según el mapa de conflictos de uso del suelo |
| Unidad de Medida | Porcentaje (%) |
| Periodicidad | Bianual |

Tablas de datos

| Clases y tipos de cobertura | Símbolo | Área de la clase de cobertura (ha) | Área del tipo de cobertura (ha) | % En Zona Rural y Borde Urbano | % En la Cuenca |
|---------------------------------|---------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------|
| Vegetación natural | Vn | 9,92 | | 7,32% | 2,72% |
| <i>Rastrojo alto</i> | Vn/C | | 3,96 | | |
| <i>Rastrojo bajo</i> | Vn/P | | 5,96 | | |
| Plantaciones forestales | F/PP | 27,24 | | 20,10% | 7,47% |
| Pastos | P | 30,76 | | 22,69% | 8,44% |
| <i>Pasto enmalezado</i> | Pe | | 11,38 | | |
| <i>Pasto natural</i> | P/R | | 9,31 | | |
| <i>Pasto arbolado</i> | Pa | | 10,07 | | |
| Cultivos | C | 30,46 | | 22,47% | 8,35% |
| <i>Cultivos limpios</i> | C/A | | 3,14 | | |
| <i>Cultivos permanentes</i> | Cp/P | | 27,32 | | |
| Áreas erosionadas | E | 10,87 | | 8,02% | 2,98% |
| Infraestructura | U | 26,3 | 26,3 | 19,40% | 7,21% |
| Total área rural y borde urbano | | 135,55 | | 100,00% | 37,17% |
| Total cuenca | | 364,67 | | | |

Tabla

2. Coberturas y usos actuales del suelo del área rural y borde urbano en la microcuenca La Bermejala
Fuente: PIOM La Bermejala¹, 2006

Gráfico

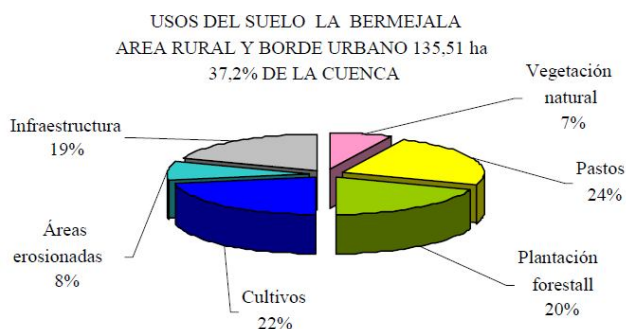
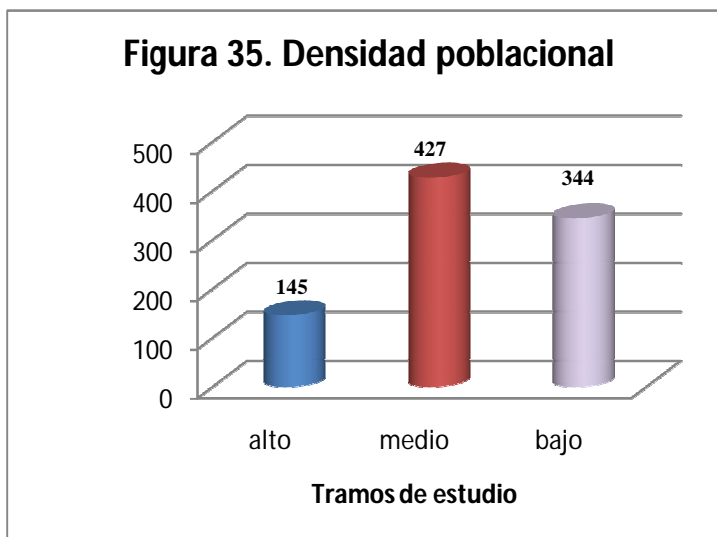


Figura 34. Gráfico de Usos del suelo Microcuenca La Bermejala.
Fuente: PIOM La Bermejala¹ 2006

| | |
|--|--|
| Situación general de la microcuenca | “..Los cultivos ocupan un 22% del área de La Bermejala. Estos se localizan principalmente en el borde urbano, y se dividen en cultivos limpios (hortalizas principalmente) y cultivos permanentes (plátano y café). Con el avance de la urbanización, los árboles que antes se utilizaban como sombríos del café quedaron ocupando gran parte del área de los solares de las casas..” (Area Metropolitana del Valle de Aburrá, 2006) |
| Fuente | “..Para la determinación del uso actual del suelo de la parte alta de las microcuencas (borde urbano y de la zona rural) se realizó el análisis de la información cartográfica elaborada en el Plan Maestro del Parque Arví (Corantioquia, 2001), el proyecto SIGAME del año 2002 y de las fotografías aéreas del año 2004 propiedad de Catastro Municipal (escala 1:10.700). “PIOM La Bermejala ¹ . Diagnóstico. Capítulo 4. |

8.1.6 Densidad poblacional

| Tema | Social – Población | | | | | | | | | | | | |
|---|--|------------|-------|---|--|-------------|-------|--|---|------------|-------|---|--|
| Definición | Es el número de personas que se encuentran en una hectárea de tierra. Los datos han sido calculados según un estudio del PIOM La Bermejala ¹ . | | | | | | | | | | | | |
| Relevancia e interacciones | En Medellín hay un promedio de 193 personas por hectárea, y en el área de estudio hay un promedio de mas de 300 personas por hectárea. Esto es un factor de presión en cuanto al uso y contaminación del recurso hídrico. | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula | Número de habitantes/hectárea | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de Medida | hab/hectárea | | | | | | | | | | | | |
| Periodicidad | Proyección anual | | | | | | | | | | | | |
| Tablas de datos | | | | | | | | | | | | | |
| | <table> <tr> <th>TRAMO ALTO</th><th>DATOS</th></tr> <tr> <td>En la zona alta de las microcuencas el crecimiento de la población, principalmente en zonas en las cuales no existen las condiciones mínimas para el suministro de agua, generan una demanda creciente del recurso.</td><td>Barrios: San José de la Cima 1: 137, San José de la Cima 2: 127, Oriente: 19, Santa Inés: 372, María Cano Carambolas 70. PROMEDIO: 145 hab/hect aprox.</td></tr> <tr> <th>TRAMO MEDIO</th><th>DATOS</th></tr> <tr> <td>Este tramo presenta gran densidad poblacional, es un tramo urbanizado y cuenta con una gran extensión territorial.</td><td>Barrios: Las Granjas: 471, Berlín: 364, La Piñuela 386, Las Esmeraldas: 386, Campo Valdez 1: 412, Campo Valdez 2 : 560, La Salle 411. PROMEDIO: hab/hect 427 aprox.</td></tr> <tr> <th>TRAMO BAJO</th><th>DATOS</th></tr> <tr> <td>Se encuentra cerca de la centralidad de Moravia, y representa gran presión demográfica, aunque se cuenta dentro de la microcuenca con menor extensión que el tramo medio.</td><td>Barrios: Brasilia: 388, Los Álamos: 393, Aranjuez: 240, Miranda: 276, San Isidro: 336, Moravia: 432. PROMEDIO: 344 hab/hect aprox.</td></tr> </table> | TRAMO ALTO | DATOS | En la zona alta de las microcuencas el crecimiento de la población, principalmente en zonas en las cuales no existen las condiciones mínimas para el suministro de agua, generan una demanda creciente del recurso. | Barrios: San José de la Cima 1: 137, San José de la Cima 2: 127, Oriente: 19, Santa Inés: 372, María Cano Carambolas 70. PROMEDIO: 145 hab/hect aprox. | TRAMO MEDIO | DATOS | Este tramo presenta gran densidad poblacional, es un tramo urbanizado y cuenta con una gran extensión territorial. | Barrios: Las Granjas: 471, Berlín: 364, La Piñuela 386, Las Esmeraldas: 386, Campo Valdez 1: 412, Campo Valdez 2 : 560, La Salle 411. PROMEDIO: hab/hect 427 aprox. | TRAMO BAJO | DATOS | Se encuentra cerca de la centralidad de Moravia, y representa gran presión demográfica, aunque se cuenta dentro de la microcuenca con menor extensión que el tramo medio. | Barrios: Brasilia: 388, Los Álamos: 393, Aranjuez: 240, Miranda: 276, San Isidro: 336, Moravia: 432. PROMEDIO: 344 hab/hect aprox. |
| TRAMO ALTO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| En la zona alta de las microcuencas el crecimiento de la población, principalmente en zonas en las cuales no existen las condiciones mínimas para el suministro de agua, generan una demanda creciente del recurso. | Barrios: San José de la Cima 1: 137, San José de la Cima 2: 127, Oriente: 19, Santa Inés: 372, María Cano Carambolas 70. PROMEDIO: 145 hab/hect aprox. | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO MEDIO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Este tramo presenta gran densidad poblacional, es un tramo urbanizado y cuenta con una gran extensión territorial. | Barrios: Las Granjas: 471, Berlín: 364, La Piñuela 386, Las Esmeraldas: 386, Campo Valdez 1: 412, Campo Valdez 2 : 560, La Salle 411. PROMEDIO: hab/hect 427 aprox. | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO BAJO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Se encuentra cerca de la centralidad de Moravia, y representa gran presión demográfica, aunque se cuenta dentro de la microcuenca con menor extensión que el tramo medio. | Barrios: Brasilia: 388, Los Álamos: 393, Aranjuez: 240, Miranda: 276, San Isidro: 336, Moravia: 432. PROMEDIO: 344 hab/hect aprox. | | | | | | | | | | | | |

Gráfico**Situación general de la microcuenca**

La concentración poblacional se da especialmente en las zonas media y baja de la microcuenca, ya que son los tramos mas urbanizados y por tanto los que ejercen mayor presión sobre el recurso hídrico. En total, La Bermejala tiene mas de 300 hab/hect aprox.

Fuente

PIOM La Bermejala¹. Diagnóstico. Capítulo 9. Pg 449 Anuario Estadístico de Medellín del año 1998 (Alcaldía de Medellín, 2004), con proyección al 2004.

8.2 INDICADORES DE ESTADO**8.2.1 Caudal mínimo multianual****Tema**

Recurso hídrico- Factores físicos

Definición

Este indicador de estado, determina el caudal mínimo anual dentro de la microcuenca, así: "...Se generaron series sintéticas de caudales con resolución diaria utilizando el modelo de tanques (los detalles metodológicos y de cálculo están contenidos en Vélez J. I (2001). El modelo se calibró utilizando la estación limnográfica de Chorrillos..." con las series obtenidas a partir de la aplicación de este modelo se estimaron los caudales mínimos asociados a diferentes períodos de retorno con el método de la curva de recesión y el de regionalización de características medias." (Area Metropolitana del Valle de Aburrá, 2006)

Relevancia e interacciones

Determina la oferta hídrica dentro de la microcuenca y a su vez puede ser un indicador de explotación del recurso.

Fórmula

$$Q_{Tr} = \hat{\mu} + K \hat{\sigma}$$

"..En la cual Q_{Tr} es el caudal mínimo para un período de retorno Tr , $\hat{\mu}$ y $\hat{\sigma}$ son la media y la desviación estándar muestral de los caudales mínimos y K es un factor de

frecuencia que depende de la función de distribución de eventos extremos elegida y del período de retorno.(Chow, V. T et.al. 1994)..” (Area Metropolitana del Valle de Aburrá, 2006)

Unidad de Medida m^3/s

Periodicidad -----

Tablas de datos

| QUEBRADA | $Q_{\text{mínimo}} (m^3/s)$ | | | | |
|--------------|-----------------------------|------------|--------|--------|--------|
| | Tr (años) | | | | |
| | 2.33 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| La Bermejala | 0.0564 | 0.05090604 | 0.0498 | 0.0495 | 0.0493 |
| La Rosa | 0.0429 | 0.03856777 | 0.0377 | 0.0374 | 0.0373 |

Tabla 3. Caudales mínimos (m^3/s) para diferentes períodos de retorno en las microcuencas La Rosa y La Bermejala. Fuente: PIOM La Bermejala¹

| QUEBRADA | $Q_{\text{mínimo}} (m^3/s)$ | | | | |
|--------------|-----------------------------|----------|--------|--------|--------|
| | Tr (años) | | | | |
| | 2.33 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| La Bermejala | 0.0551 | 0.048200 | 0.0447 | 0.0422 | 0.0398 |
| La Rosa | 0.04913 | 0.043465 | 0.0406 | 0.0354 | 0.0331 |

Tabla 4. Caudales mínimos en régimen “natural” (m^3/s)
Fuente: PIOM La Bermejala¹

Gráfico

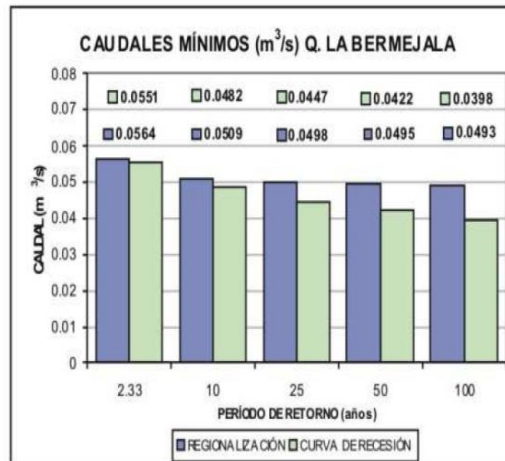


Figura 36. Gráfico Caudales mínimos.
Fuente: PIOM La Bermejala¹, 2006.

Situación general de la microcuenca

Las microcuenca La Bermejala se encuentra altamente intervenida, en ella ha aumentado la presión por el espacio debido al aumento de la urbanización, lo que ha modificado el régimen natural de caudales. Estos cambios son evidentes en el cálculo de los caudales mínimos, y sumado a esto la falta de información histórica sobre los caudales y la desviación del recurso hídrico mediante canales o captaciones, hacen que la recolección de datos sea mas compleja.

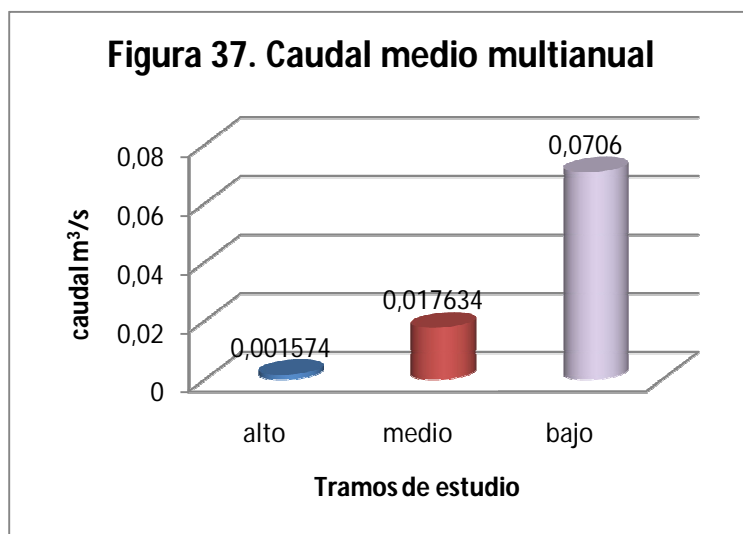
Fuente PIOM La Bermejala¹. Diagnóstico. Capítulo 4. pg 135.

8.2.2 Caudal medio multianual

| Tema | Recurso hídrico – Factores físicos | | | | |
|---|---|------------|-------|---|--|
| Definición | Es un indicador de estado, se obtuvo en este caso de acuerdo al balance hidrológico a largo plazo. | | | | |
| Relevancia e interacciones | En su determinación influyen las presiones sobre el recurso, la regulación existente y la explotación del mismo, además es un factor vital para los caudales ecológicos necesarios para la sostenibilidad de la microcuenca y la protección del recurso hídrico. También permite determinar el riesgo por inundación y por tanto identificar zonas de retiro. | | | | |
| Fórmula | $Caudal\ Medio = \int_{cuenca} (P_i - E_i) dA$ <p>P es la precipitación y E, es la evapotranspiración real. El cálculo del balance hidrológico se hizo realizando la operación en cada punto interior (píxel, como unidad de medida (i)).</p> <p>“..La valoración de los caudales medios se hizo estimando la integral mediante diferenciales de área del tamaño de los píxeles del MDT. Así, para cada píxel en el interior de la microcuenca, se dispuso del valor de la evaporación real y la precipitación en formato raster. Se evaluó el balance y su resultado se multiplicó por el área del píxel, obteniendo así el volumen de agua que el píxel aporta durante el intervalo de tiempo dado en las unidades de los promedios P y E (1 año en este caso)..”</p> <p>“..La integración sobre toda la microcuenca estimó el volumen total de agua que sale de la microcuenca durante el mismo período de tiempo, este valor se convirtió finalmente a m³/s y corresponde a la estimación del caudal medio..” (Area Metropolitana del Valle de Aburrá, 2006)</p> | | | | |
| Unidad de Medida | m ³ /s | | | | |
| Periodicidad | Multianual | | | | |
| Tablas de datos | <table border="1"> <thead> <tr> <th>TRAMO ALTO</th><th>DATOS</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>El caudal en este punto es más bien bajo, ya que es donde nace la microcuenca, se presenta una intervención y aún no recibe descargas de otras fuentes.</td><td>Se estima un Caudal medio 0,001574 M3/S aprox.</td></tr> </tbody> </table> | TRAMO ALTO | DATOS | El caudal en este punto es más bien bajo, ya que es donde nace la microcuenca, se presenta una intervención y aún no recibe descargas de otras fuentes. | Se estima un Caudal medio 0,001574 M3/S aprox. |
| TRAMO ALTO | DATOS | | | | |
| El caudal en este punto es más bien bajo, ya que es donde nace la microcuenca, se presenta una intervención y aún no recibe descargas de otras fuentes. | Se estima un Caudal medio 0,001574 M3/S aprox. | | | | |

Tablas de datos

| TRAMO MEDIO | DATOS |
|--|--|
| Este tramo presenta un valor medio respecto a los demás, ya que está en un punto donde se han recibido captaciones y también algunos vertimientos. | Se estima un caudal medio de 0,017634 M3/S aprox. |
| TRAMO BAJO | DATOS |
| Presenta un valor alto debido a los vertimientos y descargas que posee este tramo que finalmente llega al río Medellín. | Se estima un caudal medio de 0,0706 M3/S aprox. |

Gráfico**Situación general de la microcuenca**

| QUEBRADA | Qmedio (m³/s) | |
|--------------|----------------------|---------|
| | Subcuenca | Q medio |
| La Bermejala | Entrega Río Medellín | 0.0706 |
| La Rosa | Entrega Río Medellín | 0.0584 |

Tabla 5. Caudales medios anuales (m³/s).
Fuente: PIOM La Bermejala¹, 2006.

En general el caudal medio de la microcuenca aumenta a medida que se va urbanizando el territorio, debido a las descargas directas e indirectas sobre el recurso hídrico desembocando de esta forma en el río Medellín.

Fuente

"Para obtener el caudal medio se utilizó el balance hidrológico a largo plazo, a partir de los mapas de precipitación y evaporación media multianual obtenidos en el capítulo de hidrología." (PIOM La Bermejala¹. Diagnóstico. Capítulo 4. pg 151.)

8.2.3 Caudal máximo

| | |
|-----------------------------------|---|
| Tema | Recurso hídrico – Factores físicos |
| Definición | Son los caudales máximos estimados dentro de la microcuenca por causa de diversos factores físicos y antrópicos. La información hidroclimatológica disponible pertenece a microcuencas vecinas con características diferenciales. |
| Relevancia e interacciones | Es importante la determinación de estos datos en lo eventos de crecida de los ríos y especialmente de inundaciones para determinar factores de riesgo y vulnerabilidad. De esta forma se pueden establecer los retiros hidrológicos dentro de la zonificación del suelo en la microcuenca. |
| Fórmula | “..Para la estimación de esta variable se tuvieron en cuenta los lineamientos básicos dados por la metodología PIOM (Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2003) para la estimación de caudales máximos para diferentes períodos de retorno (2.33, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años) para un nivel de información tipo I (escasa), determinándose utilizar las hidrógrafas unitarias sintéticas de Snyder, William y Hann, SCS y Clark como técnicas de precipitación-escurrentía (métodos del nivel I), obviándose el uso de métodos como las técnicas de regionalización por el problema de escala que se presenta (cuencas muy pequeñas con área inferior a 4 km ²)..” los detalles en: PIOM La Bermejala ¹ . 2006) Diagnóstico. Capítulo 4, pg 156. |
| Unidad de Medida | (m ³ /s) |
| Periodicidad | Multianual |

Tablas de datos

Tabla 6. Caudales máximos en m³/s para diferentes períodos de retorno calculados con el número de curva y las cuatro hidrógrafas unitarias consideradas: microcuenca La Bermejala

| Tr (años) | QUEBRADALA BERMEJALA (entrega Río Medellín) | | | | SUBCUENCA QUEBRADA LA TEBaida (O LA RAIZALA) | | | |
|--------------|---|----------|----------|----------|--|----------|----------|----------|
| | modelo 1 | modelo 2 | modelo 3 | modelo 4 | modelo 1 | modelo 2 | modelo 3 | modelo 4 |
| 2.33 | 17.151 | 18.941 | 17.551 | 19.239 | 2.853 | 3.1429 | 3.0118 | 3.3802 |
| 5 | 23.088 | 25.548 | 23.671 | 26.077 | 4.1233 | 4.5647 | 4.3769 | 4.8891 |
| 10 | 28.787 | 31.693 | 29.457 | 32.558 | 5.3264 | 5.9413 | 5.7079 | 6.4096 |
| 25 | 38.838 | 42.823 | 39.979 | 43.953 | 7.6573 | 8.4387 | 8.2669 | 9.139 |
| 50 | 46.287 | 51.221 | 47.843 | 52.384 | 9.4225 | 10.498 | 10.218 | 11.193 |
| 100 | 54.89 | 60.835 | 56.843 | 62.152 | 11.488 | 12.874 | 12.471 | 13.571 |
| 500 | 97.524 | 106.91 | 99.177 | 110.52 | 21.684 | 24.019 | 22.87 | 25.832 |

Fuente: PIOM La Bermejala¹. 2006

Tablas de datos

Tabla 7. Caudales máximos en m³/s para diferentes períodos de retorno calculados con el índice ϕ y las cuatro hidrógrafas unitarias consideradas; Microcuenca La Bermejala

| Tr (años) | QUEBRADALA BERMEJALA (entrega Río Medellín) | | | | SUBCUENCA QUEBRADA LA TEBADA (O LA RAIZALA) | | | |
|--------------|--|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|-------------|
| | modelo 5 | modelo 6 | modelo 7 | modelo 8 | modelo 5 | modelo 6 | modelo 7 | modelo 8 |
| 2.33 | 50.242 | 55.846 | 53.202 | 43.297 | 12.271 | 14.039 | 13.863 | 9.8359 |
| 5 | 61.96 | 68.522 | 65.709 | 53.277 | 15.838 | 17.916 | 18.125 | 12.505 |
| 10 | 71.8 | 79.208 | 76.367 | 61.819 | 18.664 | 20.938 | 21.341 | 14.72 |
| 50 | 99.302 | 110.11 | 106.27 | 85.555 | 26.646 | 30.487 | 30.411 | 21.25 |
| 25 | 87.904 | 97.255 | 93.79 | 75.735 | 23.323 | 26.483 | 26.587 | 18.533 |
| 100 | 111.3 | 123.46 | 119.11 | 95.988 | 30.033 | 34.439 | 34.242 | 24.071 |
| 500 | 159.91 | 175.55 | 167.39 | 140.3 | 43.031 | 47.984 | 47.272 | 35.327 |

Fuente: PIOM La Bermejala¹, 2006

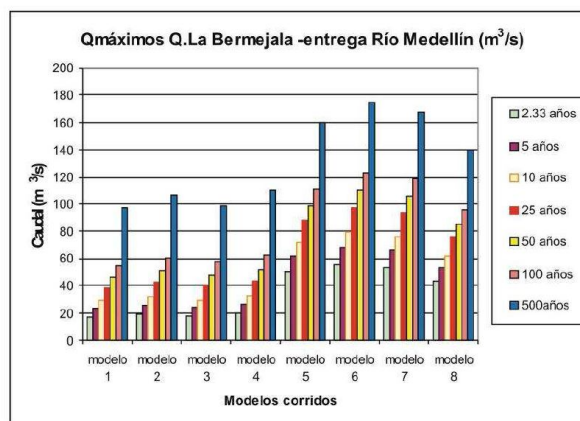
Gráfico

Figura 38. Gráfico caudales máximos
Fuente: PIOM La Bermejala¹, 2006

Situación general de la microcuenca

Proyecciones de acuerdo a las tablas.

Fuente

PIOM La Bermejala¹. Diagnóstico. Capítulo 4, pg 156.

8.2.4 Índice de calidad de agua**Tema**

Recurso hídrico

Definición

El Índice de Calidad del Agua (ICA) indica el grado de contaminación del agua y está expresado como porcentaje del agua pura; así, agua mas contaminada tendrá un ICA cercano a cero por ciento, y el agua en excelentes condiciones tendrá un valor cercano a 100.

Relevancia e interacciones

Este indicador es de estado-presión, ya que nos puede determinar en que nivel de contaminación se encuentra el recurso hídrico, y de esta forma poder buscar soluciones sostenibles que puedan mitigar el impacto ya causado.

Fórmula

$$I.C.A = \sum C * W$$

“..Donde: I.C.A.: Índice de calidad de las aguas, un número entre 0 y 100, un número entre 0 y 100 Ci: Calidad del iésimo parámetro obtenido del respectivo gráfico de calidad, en función de su concentración o medida.

Wi: valor ponderado correspondiente al iésimo parámetro, atribuido en función de la importancia de ese parámetro para la conformación global de la calidad..” (Area Metropolitana del Valle de Aburrá, 2006)

Unidad de Medida

Se determina por rangos. Calidad excelente 91 a 100, media 51 a 70 y mala 26 a 50.

Periodicidad

semestral

Tablas de datos

Tabla 8. Índice de Calidad de aguas microcuenca La Bermejala

| Punto | 1 | 2 | 3 | 4 | Resultado |
|--|------|------|------|------|--------------|
| La Rosa antes de cobertura | 50,8 | 50,9 | 48,4 | 48,5 | Media – Mala |
| El Zancudo | 54,8 | 49,3 | 49,4 | 50,4 | Media - Mala |
| La Rosa antes de la desembocadura | 40,5 | 40,6 | 34,2 | 35,0 | Mala |
| La Bermejala después de la piñuela | 41,3 | 40,9 | 40,5 | 39,5 | Mala |
| La Maquina | 39,1 | 39,1 | 26,2 | 32,0 | Mala |
| La Bermejala antes de la desembocadura | 25,7 | 27,6 | 24,7 | 25,6 | Muy Mala |

Fuente: PIOM La Bermejala¹, 2006.

TRAMO ALTO

En el estudio realizado por la Alcaldía de Medellín, no se incluyó un punto de monitoreo de calidad de aguas en este tramo, por lo tanto no hay datos. En teoría es la zona de nacimiento de la microcuenca y debería tener al menos una mejor calidad que en los demás tramos.

TRAMO MEDIO

En este tramo existen dos puntos de monitoreo, en donde la calidad ha dado como resultado mala, en donde se tienen restricciones para el contacto humano y limita la vida acuática, según el PIOM de la Bermejala¹.

TRAMO BAJO

Este tramo es el que presenta la calidad mas baja de los tres tramos, ya que es una de las partes mas urbanizadas, además finaliza el recorrido de toda la microcuenca recogiendo así toda la contaminación proveniente río arriba y desemboca en el río Medellín.

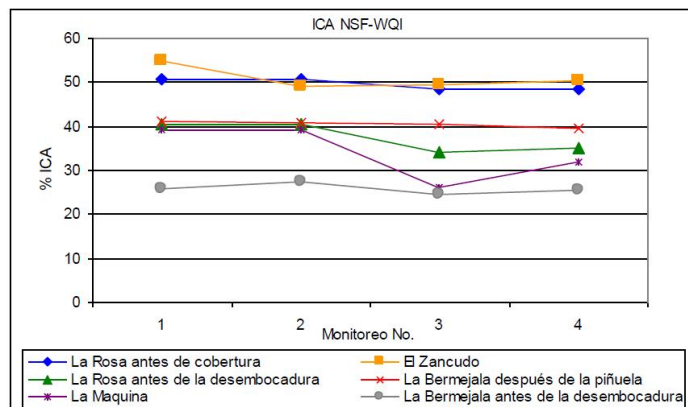
Gráfico

Figura 39. Gráfico de calidad del agua
Fuente: PIOM La Bermejala¹, 2006

Situación general de la microcuenca

Los altos índices de vertimientos de aguas residuales ocasionan que el recurso hídrico de las microcuencas no sean aptas para el consumo, por lo tanto se requiere utilizar fuentes alternativas como el tanque El Toldo. Este tanque abastece cerca del 99% de la población que no tiene suministro de acueducto de EEPPM.

Fuente

Instituto Mi Rio-Universidad NacionalCorantioquia. Metodología para la Fórmulación de Planes Integrales de Ordenamiento y Manejo de Microcuencas (PIOM). Capítulo 4, Parte 1, Sección 2. 2002. 19 p.
Secretaria Del Medio Ambiente – Area Metropolitana-Cta. Fórmulación Del Plan De Manejo De Las Microcuencas De Las Quebradas La Rosa Y La Bermejala. Diagnóstico. Capítulo 4, Parte 1.

8.2.5 Indice de Disponibilidad real de agua**Tema**

Recurso hídrico

Definición

Se llama disponibilidad real de agua en una microcuenca a la cantidad del recurso circundante en la red de drenaje, independiente de la fuente de la cual provenga y de que su calidad sea apta o no para el consumo humano; es decir que en el balance se involucran todas las fuentes de agua: Oferta y Vertimientos, y las Captaciones.

Relevancia e interacciones

Sirve para determinar el grado de explotación de la microcuenca, y el índice de estrés hídrico de la misma.

Fórmula

No hay fórmula. Al mapa de oferta disponible se le restan las captaciones, el caudal ecológico y finalmente se suman los vertimientos respectivos.

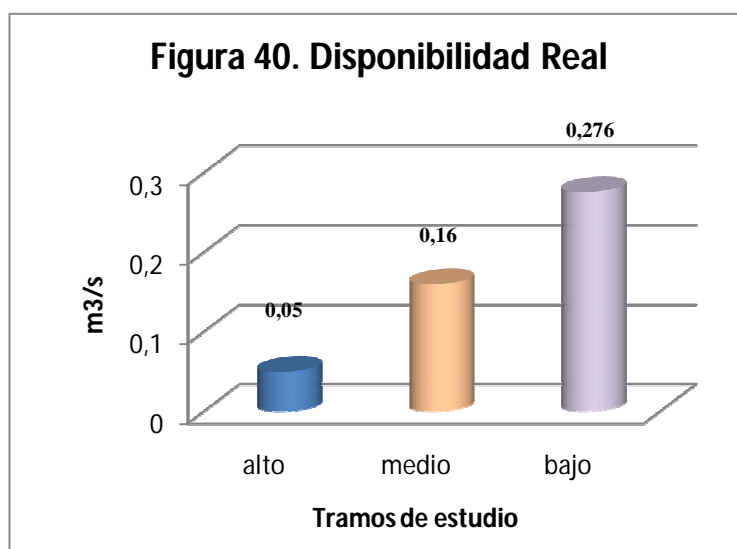
Unidad de Medida

(m³/s)

Periodicidad

Tablas de datos

| TRAMO ALTO | DATOS |
|---|---|
| La disponibilidad en este punto es mas baja que en el resto de la microcuenca, en este tramo recibe una captación y pocos vertimientos lo que hace que su caudal sea menor. | Disponibilidad real 0,05 m ³ /s |
| TRAMO MEDIO | DATOS |
| La microcuenca en general no presenta déficit en las fuentes en ningún punto, y este tramo presenta una disponibilidad real media de acuerdo a los demás tramos. | Disponibilidad real entre 0,11 m ³ /s y 0,16 m ³ /s |
| TRAMO BAJO | DATOS |
| En este tramo se encuentra una disponibilidad real mayor, ya que es el punto bajo del recorrido, en donde ha recibido mas vertimientos domésticos y por lo tanto posee un caudal mayor. | Disponibilidad real entre 0,276 m ³ /s |

Gráfico**Situación general de la microcuenca**

“..A la salida de la microcuenca se dispone realmente de cerca de 0.276 m³/s, Al comparar este valor con el caudal mínimo para un período de retorno de 10 años (oferta en la red de drenaje), se tiene que éste corresponde al 18% de la disponibilidad real en la quebrada La Bermejala. Lo que permite inferir que la carga fundamental de la red son aguas servidas por descargas directas de las viviendas adyacentes al cauce y por las descargas indirectas de los sistemas de recolección de EPM..” (Area Metropolitana del Valle de Aburrá, 2006)

Fuente

PIOM La Bermejala¹. TOMO I, pg 443. 2006 .

| 8.2.6 Infraestructura | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|-------|--|---|-------------|--|---|--|------------|--|--|--|
| Tema | Recurso hídrico - Saneamiento | | | | | | | | | | | | |
| Definición | Nos permite identificar la infraestructura sanitaria del sector, y poder establecer las carencias dentro de la misma. | | | | | | | | | | | | |
| Relevancia e interacciones | Podemos indentificar sectores de vulnerabilidad y evaluar el estado general de las redes y por ende la situación sanitaria de la zona. | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula | Se hace una evaluación cualitativa de la infraestructura de cada sector. | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de Medida | Evaluación cualitativa | | | | | | | | | | | | |
| Periodicidad | ---- | | | | | | | | | | | | |
| Tablas de datos | <table border="1"> <thead> <tr> <th>TRAMO ALTO</th><th>DATOS</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Se observa un crecimiento urbanístico no planificado, poca infraestructura de servicios, ya que si bien cuentan con redes de acueducto, alcantarillado y teléfono, estos no obedecen a proyectos técnicamente concebidos</td><td>La mayoría de las viviendas se abastecen del agua de excesos del tanque El Toldo y otro tanto de agua de Las Empresas Públicas de Medellín. Las aguas provenientes del tanque irrigan un gran porcentaje de la cuenca en su parte alta.</td></tr> <tr> <th colspan="2">TRAMO MEDIO</th></tr> <tr> <td colspan="2">Se presenta un desarrollo urbanístico un poco más organizado, con infraestructura de servicios, este desarrollo se combina con procesos invasivos y asentamiento de viviendas no planificados, localizados en los retiros de la quebrada.</td></tr> <tr> <th colspan="2">TRAMO BAJO</th></tr> <tr> <td colspan="2">Se observa un desarrollo urbanístico más consolidado, con infraestructura de servicios, existen un gran número de viviendas localizadas sobre los retiros y márgenes de la quebrada, donde las viviendas le han ganado terreno a la quebrada. Lo que finalmente implica descargas de aguas residuales.</td></tr> </tbody> </table> | TRAMO ALTO | DATOS | Se observa un crecimiento urbanístico no planificado, poca infraestructura de servicios, ya que si bien cuentan con redes de acueducto, alcantarillado y teléfono, estos no obedecen a proyectos técnicamente concebidos | La mayoría de las viviendas se abastecen del agua de excesos del tanque El Toldo y otro tanto de agua de Las Empresas Públicas de Medellín. Las aguas provenientes del tanque irrigan un gran porcentaje de la cuenca en su parte alta. | TRAMO MEDIO | | Se presenta un desarrollo urbanístico un poco más organizado, con infraestructura de servicios, este desarrollo se combina con procesos invasivos y asentamiento de viviendas no planificados, localizados en los retiros de la quebrada. | | TRAMO BAJO | | Se observa un desarrollo urbanístico más consolidado, con infraestructura de servicios, existen un gran número de viviendas localizadas sobre los retiros y márgenes de la quebrada, donde las viviendas le han ganado terreno a la quebrada. Lo que finalmente implica descargas de aguas residuales. | |
| TRAMO ALTO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Se observa un crecimiento urbanístico no planificado, poca infraestructura de servicios, ya que si bien cuentan con redes de acueducto, alcantarillado y teléfono, estos no obedecen a proyectos técnicamente concebidos | La mayoría de las viviendas se abastecen del agua de excesos del tanque El Toldo y otro tanto de agua de Las Empresas Públicas de Medellín. Las aguas provenientes del tanque irrigan un gran porcentaje de la cuenca en su parte alta. | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO MEDIO | | | | | | | | | | | | | |
| Se presenta un desarrollo urbanístico un poco más organizado, con infraestructura de servicios, este desarrollo se combina con procesos invasivos y asentamiento de viviendas no planificados, localizados en los retiros de la quebrada. | | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO BAJO | | | | | | | | | | | | | |
| Se observa un desarrollo urbanístico más consolidado, con infraestructura de servicios, existen un gran número de viviendas localizadas sobre los retiros y márgenes de la quebrada, donde las viviendas le han ganado terreno a la quebrada. Lo que finalmente implica descargas de aguas residuales. | | | | | | | | | | | | | |
| Gráfico | No hay gráfico | | | | | | | | | | | | |
| Situación general de la microcuenca | La infraestructura de alcantarillado tiene buena cobertura especialmente donde el desarrollo urbanístico se encuentra ya consolidado, como es la zona media y baja del la microcuenca. En las zonas con topografía pronunciada, pendientes elevadas y desarrollos urbanísticos poco consolidados como la zona alta del área de la microcuenca, la cobertura es menor. En las áreas de influencia de la quebrada La Bermejala, Empresas Públicas de Medellín EPM, tiene construido aproximadamente el 95% de redes secundarias y el 60% de los colectores. Se espera que para los próximos años la cobertura total pueda llegar a un 75%. de saneamiento. | | | | | | | | | | | | |
| Fuente | Las Empresas Públicas de Medellín, PIOM La Bermejala ¹ | | | | | | | | | | | | |

8.2.7 Tramos a cielo abierto y en cobertura

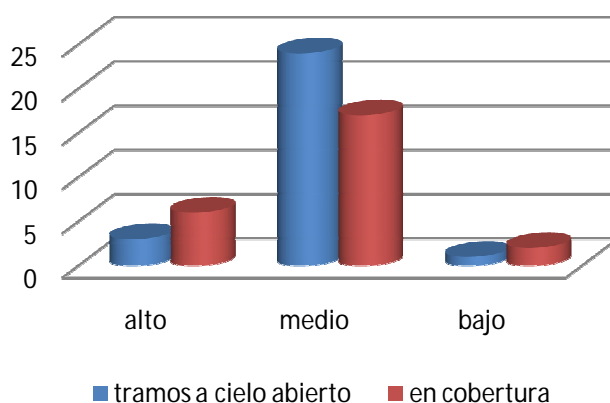
| | |
|-----------------------------------|---|
| Tema | Recurso hídrico - Saneamiento - infraestructura |
| Definición | Corresponde al número y longitud de tramos a cielo abierto y los demás que están en cobertura. |
| Relevancia e interacciones | Permite determinar en que estado se encuentra la infraestructura de acuerdo a las características de cada uno de los tramos, y de esta forma se establecen las causas de la criticidad de cada uno de los tramos. |
| Fórmula | No hay fórmula. Se determinó mediante estudio de campo. |
| Unidad de Medida | Número de tramos y longitud (metros) |
| Periodicidad | ----- |

Tablas de datos

| TRAMO ALTO | DATOS |
|--|---|
| Mas de la mitad de los tramos son a cielo abierto, eso dado por su caracterización rural. | 3 tramos son a cielo abierto (457,2m) , 6 son de cobertura (219,1m) |
| TRAMO MEDIO | DATOS |
| A pesar de ser una zona altamente urbanizada, posee en gran mayoría los canales a cielo abierto lo que conlleva a malos manejos y depósito de aguas residuales y basuras en ellos. | 24 tramos son a cielo abierto (3.148,9m), y 17 son de cobertura (745,0m) |
| TRAMO BAJO | DATOS |
| En la parte baja la mayoría de los tramos son de cobertura, ya que es una zona altamente urbanizada y conexión con el resto de la ciudad. | 1 tramo es a cielo abierto (41,5m) y 2 tramos son de cobertura (113,4m) |

Gráfico

Figura 41. Tramos a cielo abierto y en cobertura



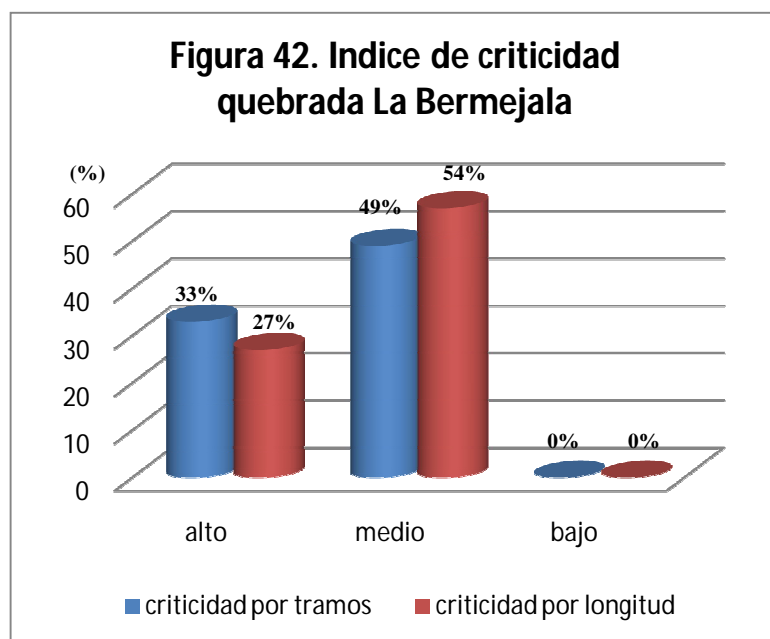
| | |
|--|--|
| Situación general de la microcuenca | Dentro de la microcuenca en general, la mayoría de los tramos son a cielo abierto especialmente en la parte rural, y aparecen tramos cubiertos a medida que se acerca a la zona urbana. En total: 28 tramos (3,646 m) a cielo abierto y 25 tramos (1077 m) en cobertura. |
| Fuente | PIOM La Bermejala ¹ . Diagnóstico. Capítulo 4. pg 663. |

8.2.8 Índice de criticidad

| Tema | Es la relación de longitud de los tramos críticos de cada corriente con la longitud total de las corrientes. | | | | | | | | |
|--|--|---|--|------------|--|---|--|------|------|
| Definición | Define la longitud de quebrada con problemáticas ambientales críticas por cada 100 unidades de longitud recorridas en la microcuenca. | | | | | | | | |
| Relevancia e interacciones | Permite identificar las causas de la problemática que afecta la microcuenca, así como los sectores mas afectados. Se convierte en una herramienta para la toma de acciones correctivas sobre las áreas afectadas. | | | | | | | | |
| Fórmula | <div><div>$Ic_{\text{corriente}}_{\text{según tramos}} = \frac{\text{Número de tramos críticos}}{\text{Número de tramos totales de la corriente}}$</div><div>Ecuación</div></div> <div><div>$Ic_{\text{corriente}}_{\text{según longitudes}} = \frac{\text{Longitud de los tramos críticos}}{\text{Longitud total de la corriente}}$</div><div>Ecuación 2</div></div> <div><div>$Ic_{\text{ponderado}} = \frac{\sum (Ic * longitud)_{\text{corriente}}}{(longitud \text{ total de las corrientes})_{\text{microcuenca}}}$</div><div>Ecuación 3</div></div> <p>Se ha calculado un índice de criticidad (Ic) considerando el número de tramos o la longitud de las corrientes . A partir de ese valor se obtiene un Ic ponderado para toda la microcuenca. (Area Metropolitana del Valle de Aburrá, 2006)</p> | | | | | | | | |
| Unidad de Medida | Porcentaje (%) | | | | | | | | |
| Periodicidad | Anual | | | | | | | | |
| Tabla de datos | <table><tr><th>TRAMO ALTO</th><th>ICtramos= #Tramos críticos / #tramos *100</th><th>IClongitud= longitud crítica / longitud quebrada*100</th></tr><tr><td>Más del 10% de los tramos ubicados en esta zona tienen vertimiento de aguas residuales a las quebradas, la presencia de material particulado fino y basuras.</td><td>33,3</td><td>27,2</td></tr></table> | | | TRAMO ALTO | ICtramos= #Tramos críticos / #tramos *100 | IClongitud= longitud crítica / longitud quebrada*100 | Más del 10% de los tramos ubicados en esta zona tienen vertimiento de aguas residuales a las quebradas, la presencia de material particulado fino y basuras. | 33,3 | 27,2 |
| TRAMO ALTO | ICtramos= #Tramos críticos / #tramos *100 | IClongitud= longitud crítica / longitud quebrada*100 | | | | | | | |
| Más del 10% de los tramos ubicados en esta zona tienen vertimiento de aguas residuales a las quebradas, la presencia de material particulado fino y basuras. | 33,3 | 27,2 | | | | | | | |

| TRAMO MEDIO | ICtramos= #Tramos críticos / # tramos *100 | ICtramos= #Tramos críticos / # tramos *100 |
|---|---|---|
| En la zona media la ocupación del retiro de la quebrada se da en más del 20% . Las problemáticas ambientales críticas de basuras, vertimiento de aguas residuales y socavación de cauces y estructuras hidráulicas se presentan en más del 10% de los tramos. | 47,8 | 53,8 |
| TRAMO BAJO | | |
| En la zona baja de las microcuencas los tramos presentan problemas por vertimiento de aguas residuales y ocupación de zonas de retiro y en la microcuenca. | 0,0 | 0,0 |

Gráfico



Situación general de la microcuenca

En cada una de las zonas de estudio, el índice de criticidad varía, ya sea por la presencia de factores antrópicos, captaciones, invasión de zonas de retiro y acercamiento al área urbana. En donde se observa el mayor impacto es en la zona media de la microcuenca, también es una de las áreas mas urbanas y con mayor población, por tanto representa una fuerza motriz de presión en este sentido. Para la microcuenca en general el **(Ic ponderado según longitudes = 36,3 %)** allí se tiene en cuenta además de la quebrada La Bermejala, sus afluentes como La Piñuela, La Máquina, La Tebaida y La Raizala.

Fuente

PIOM La Bermejala¹. Diagnóstico .Capítulo 4, pg 648.

8.2.9 Amenaza por inundación

| Tema | Recurso hídrico - Vulnerabilidad | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------------------|-----------------|-----------------|--|---|-------------------------------------|-------|----|---|------|---|---|
| Definición | Define la cantidad de tramos en cada zona que presenta amenaza por inundación. | | | | | | | | | | | | |
| Relevancia e interacciones | Permite determinar áreas y población vulnerables, especialmente aquella ubicada en el área de los retiros. | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula | No hay fórmula. Número de tramos críticos de acuerdo al estudio realizado por el PIOM La Bermejala ¹ | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de Medida | Números binarios | | | | | | | | | | | | |
| Periodicidad | No aplica | | | | | | | | | | | | |
| Tablas de datos | <table><tr><th>TRAMO ALTO</th><th>TRAMO MEDIO</th><th>TRAMO BAJO</th></tr><tr><td>Presenta 2 tramos críticos por inundación.</td><td>Presenta 12 tramos críticos y 2 de atención por inundación.</td><td>No presenta amenaza por inundación.</td></tr></table> | TRAMO ALTO | TRAMO MEDIO | TRAMO BAJO | Presenta 2 tramos críticos por inundación. | Presenta 12 tramos críticos y 2 de atención por inundación. | No presenta amenaza por inundación. | | | | | | |
| TRAMO ALTO | TRAMO MEDIO | TRAMO BAJO | | | | | | | | | | | |
| Presenta 2 tramos críticos por inundación. | Presenta 12 tramos críticos y 2 de atención por inundación. | No presenta amenaza por inundación. | | | | | | | | | | | |
| Gráfico | <div><p>Figura 43.Tramos amenaza por inundación</p><table><thead><tr><th>Tramos de estudio</th><th>tramos criticos</th><th>tramos atencion</th></tr></thead><tbody><tr><td>alto</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>medio</td><td>12</td><td>2</td></tr><tr><td>bajo</td><td>0</td><td>0</td></tr></tbody></table></div> | Tramos de estudio | tramos criticos | tramos atencion | alto | 2 | 0 | medio | 12 | 2 | bajo | 0 | 0 |
| Tramos de estudio | tramos criticos | tramos atencion | | | | | | | | | | | |
| alto | 2 | 0 | | | | | | | | | | | |
| medio | 12 | 2 | | | | | | | | | | | |
| bajo | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| Situación general de la microcuenca | Se puede observar que la parte media de la microcuenca es la que presenta mayor riesgo por inundación, además posee el mayor número de tramos críticos de toda el área de estudio. | | | | | | | | | | | | |
| Fuente | PIOM La Bermejala ¹ . Diagnóstico .Capítulo 4, pg 661. | | | | | | | | | | | | |

8.2.10 Procedencia del agua para su consumo

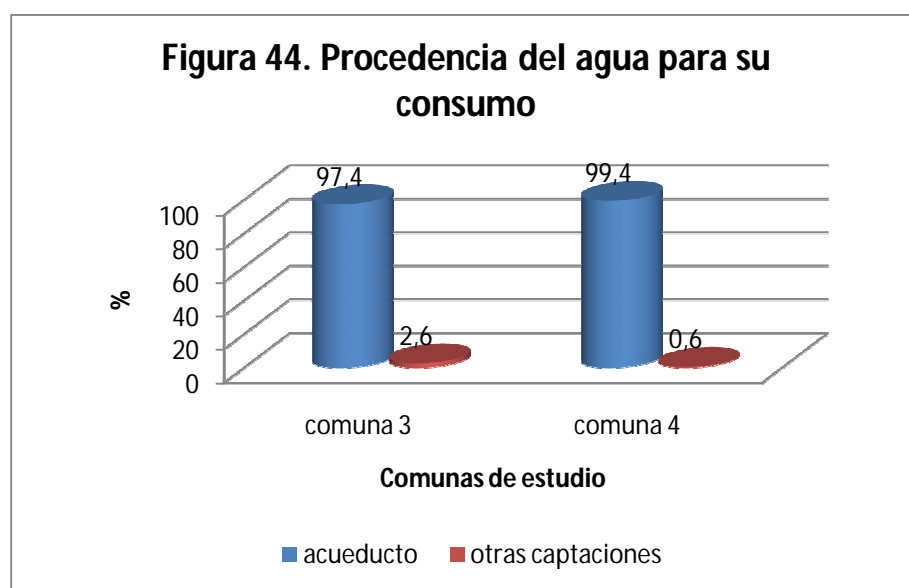
| | |
|-------------------|---|
| Tema | Recurso hídrico- saneamiento |
| Definición | Permite determinar que porcentaje de agua proviene de los acueductos y de captaciones. En este caso, con los datos suministrados por el PIOM se ha calculado por comuna, mas no por barrio, lo que hace diferenciar solo la parte alta y baja |

| | |
|-----------------------------------|---|
| | de la microcuenca. |
| Relevancia e interacciones | Establece la situación de saneamiento básico dentro de la microcuenca, alertando sobre el déficit y la ausencia de infraestructura para el agua y saneamiento básico. |
| Fórmula | No aplica. |
| Unidad de Medida | % Por Comuna |
| Periodicidad | ---- |

Tablas de datos

| TRAMO ALTO | DATOS |
|--|---|
| El uso de agua proveniente de captaciones es mayor que en la parte baja, ya que es un área con gran parte rural y donde nace la microcuenca lo que la hace más vulnerable a este tipo de intervenciones. En este punto la comunidad se abastece de EEPPM y el tanque el Toldo. | COMUNA 3: EL 97,4% AGUA PROVENIENTE DE ACUEDUCTO, Y EL 2,6% PROVIENE DE OTRAS CAPTACIONES. |
| TRAMO MEDIO | DATOS |
| Este tramo no se ha determinado, ya que contiene parte de las comunas 3 y 4, por lo que no hay establecido un estudio particular para esta zona. La mayoría de las viviendas se abastecen del agua de excesos del tanque El Toldo y otro tanto de agua de Las Empresas Públicas de Medellín. | Este tramo no se ha determinado, ya que contiene parte de las comunas 3 y 4, por lo que no hay establecido un estudio particular para esta zona. |
| TRAMO BAJO | DATOS |
| En este sector se observa una infraestructura sanitaria más consolidada, ya que es un sector más urbano y por tanto el acceso al recurso hídrico es mejor que en la parte alta. | COMUNA 4: EL 99,4% AGUA PROVENIENTE DE ACUEDUCTO, Y EL 0,6% PROVIENE DE OTRAS CAPTACIONES. |

Gráfico



| | |
|--|--|
| Situación general de la microcuenca | Según la información suministrada , los valores demuestran que el 3% del agua demandada proviene de otras fuentes diferentes al acueducto de EEPPM, de los cuales el 99% se suministra por el tanque El Toldo. |
| Fuente | Alcaldía de Medellín. Encuesta de Calidad de Vida 2004. PIOM La Bermejala ¹ . Diagnóstico. Capítulo 4, pg 323. |

8.2.11 Saneamiento básico

| | |
|-----------------------------------|--|
| Tema | Saneamiento - vulnerabilidad |
| Definición | Determina el porcentaje de viviendas que poseen acceso al acueducto y al alcantarillado, discriminado por tramo de estudio y barrios. |
| Relevancia e interacciones | Es un factor importante para medir las condiciones de saneamiento dentro de cada tramo de la microcuenca, lo que permite inferir cuales con los barrios mas vulnerables y las debilidades en la gestión del agua para la microcuenca en general. |
| Fórmula | No hay fórmula. Los datos son suministrados por la encuesta de Índice de Calidad de Vida, Municipio de Medellín. 2004 y el PIOM La Bermejala ¹ . |
| Unidad de Medida | Porcentaje (%) |
| Periodicidad | Multianual |

Tablas de datos

Tabla 9. Saneamiento básico para cada uno de los tramos de La microcuenca La Bermejala

| | BARRIO | NUMERO DE VIVIENDAS | % VIVIENDAS CONEXIÓN ACUEDUCTO | % VIVIENDAS CONEXIÓN ALCANTARILLADO | % VIVIENDAS RECOLECCION DE BASURAS |
|-------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| TRAMO ALTO | san José 1 | 941,00 | 48.6 | 2.4 | 45.7 |
| | oriente | ND | ND | ND | ND |
| | Santa Inés | ND | 1.5 | ND | ND |
| | María Cano Carambolas | 860,00 | 12.5 | 9.4 | 9.4 |
| | San José de la Cima No.2 | ND | ND | ND | ND |
| TRAMO MEDIO | Barrio La Salle | 4.585,00 | 0.6 | ND | ND |
| | Las Granjas | 8.347,00 | 1.3 | 2.3 | 0.3 |
| | Campo Valdés No.2 | 6.630,00 | ND | ND | ND |
| | Berlín | 3.106,00 | ND | ND | 1.6 |
| | La Esmeraldas | 1.577,00 | 1.6 | ND | ND |
| | La Piñuela | 2.419,00 | ND | 3.2 | ND |
| TRAMO BAJO | San Isidro | 4.179,00 | ND | ND | ND |
| | Los Álamos | 1.772,00 | ND | ND | ND |
| | Moravia | 5.970,00 | 2.2 | 1.3 | 6.2 |
| | Aranjuez | 2.856,00 | ND | ND | 1.0 |
| | Brasília | 3.689,00 | ND | 0.7 | 3.7 |
| | Miranda | 1.828,00 | ND | ND | ND |

Fuente: Datos suministrados por Encuesta de Índice de Calidad de Vida del Municipio de Medellín 2004

Tabla 10. Viviendas por comuna o corregimiento según la unidad de vivienda, que cuenta con servicios públicos de acueducto

| | | | La unidad de vivienda cuenta con servicios públicos de acueducto | | | | | | | | |
|------------------------|-----------|--------|--|------|---------|---------|-------|------------|---------|--------------|---------|
| Comuna o Corregimiento | Viviendas | | Posee | | Calidad | | | Suspendido | | Desconectado | |
| | Total | % | Si | No | Buena | Regular | Mala | Si | No | Si | No |
| 1 Popular | 36.498 | 5,27 | 36.498 | | 34.942 | 1.037 | 519 | 2.437 | 34.061 | 933 | 35.565 |
| 2 Santa Cruz | 29.922 | 4,32 | 29.922 | | 28.885 | 933 | 104 | 1.815 | 28.107 | 622 | 29.300 |
| 3 Manrique | 44.884 | 6,48 | 44.884 | | 43.330 | 1.140 | 414 | 2.337 | 42.547 | 778 | 44.106 |
| 4 Aranjuez | 42.550 | 6,15 | 42.550 | | 40.988 | 1.197 | 365 | 884 | 41.666 | 416 | 42.134 |
| 5 Castilla | 36.823 | 5,32 | 36.823 | | 35.907 | 789 | 537 | 1.048 | 35.775 | 523 | 36.300 |
| 6 Doce de Octubre | 47.596 | 6,87 | 47.596 | | 46.817 | 727 | 52 | 1.816 | 45.780 | 831 | 46.765 |
| 7 Robledo | 50.428 | 7,28 | 50.428 | | 48.685 | 1.475 | 268 | 1.387 | 49.041 | 718 | 49.710 |
| 8 Villa Hermosa | 43.328 | 6,26 | 43.328 | | 41.197 | 1.612 | 519 | 2.135 | 41.193 | 469 | 42.859 |
| 9 Buenos Aires | 43.110 | 6,23 | 43.110 | | 41.850 | 1.099 | 161 | 1.772 | 41.338 | 571 | 42.539 |
| 10 La Candelaria | 27.386 | 3,96 | 27.386 | | 26.868 | 363 | 154 | 154 | 27.232 | 103 | 27.283 |
| 11 Laureles Estadio | 38.517 | 5,56 | 38.517 | | 38.000 | 465 | 52 | 827 | 37.690 | 348 | 38.169 |
| 12 La América | 32.414 | 4,68 | 32.414 | | 31.686 | 520 | 208 | 467 | 31.947 | 312 | 32.102 |
| 13 San Javier | 46.188 | 6,67 | 46.188 | | 44.891 | 1.037 | 259 | 2.076 | 44.112 | 728 | 45.460 |
| 14 El Poblado | 38.395 | 5,55 | 38.395 | | 37.896 | 353 | 147 | 616 | 37.779 | 413 | 37.982 |
| 15 Guayabal | 20.416 | 2,95 | 20.416 | | 20.157 | 207 | 51 | 560 | 19.856 | 206 | 20.210 |
| 16 Belén | 64.877 | 9,37 | 64.877 | | 64.408 | 363 | 105 | 1.198 | 63.679 | 723 | 64.154 |
| 50 Palmitas | 1.134 | 0,16 | 1.134 | | 1.069 | 43 | 22 | 126 | 1.008 | 22 | 1.112 |
| 60 San Cristóbal | 15.130 | 2,19 | 15.130 | | 13.304 | 1.414 | 412 | 370 | 14.760 | 246 | 14.884 |
| 70 Altavista | 5.936 | 0,86 | 5.579 | 357 | 5.060 | 311 | 207 | 156 | 5.423 | 52 | 5.527 |
| 80 San Ant de Prado | 22.839 | 3,30 | 22.839 | | 22.209 | 579 | 52 | 833 | 22.006 | 415 | 22.424 |
| 90 Santa Elena | 4.013 | 0,58 | 3.962 | 51 | 3.803 | 159 | | 53 | 3.908 | 53 | 3.908 |
| Total | 692.384 | 100,00 | 691.976 | 408 | 671.553 | 15.821 | 4.602 | 23.069 | 668.907 | 9.484 | 682.492 |
| % | 100,00 | | 99,94 | 0,06 | 97,05 | 2,29 | 0,66 | 3,33 | 96,67 | 1,37 | 98,63 |

Fuente: Datos suministrados por Encuesta de Índice de Calidad de Vida del Municipio de Medellín 2010 expandida

Tabla 11. Viviendas por comuna o corregimiento según la unidad de vivienda, que cuenta con servicios públicos de alcantarillado

| Comuna o Corregimiento | La unidad de vivienda cuenta con servicios públicos de alcantarillado | | | | | | | | | |
|------------------------|---|---------------|----------------|--------------|----------------|---------------|--------------|--|--|--|
| | Viviendas | | Posee | | Calidad | | | | | |
| | Total | % | Si | No | Buena | Regular | Mala | | | |
| 1 Popular | 36.498 | 5,27 | 36.498 | | 35.046 | 881 | 570 | | | |
| 2 Santa Cruz | 29.922 | 4,32 | 29.922 | | 28.781 | 985 | 156 | | | |
| 3 Manrique | 44.884 | 6,48 | 44.884 | | 42.968 | 1.761 | 155 | | | |
| 4 Aranjuez | 42.550 | 6,15 | 42.550 | | 40.886 | 1.301 | 364 | | | |
| 5 Castilla | 36.823 | 5,32 | 36.823 | | 36.090 | 629 | 104 | | | |
| 6 Doce de Octubre | 47.596 | 6,87 | 47.596 | | 46.090 | 1.454 | 52 | | | |
| 7 Robledo | 50.428 | 7,28 | 50.428 | | 49.010 | 1.366 | 52 | | | |
| 8 Villa Hermosa | 43.328 | 6,26 | 43.328 | | 41.665 | 1.298 | 365 | | | |
| 9 Buenos Aires | 43.110 | 6,23 | 43.110 | | 41.964 | 886 | 260 | | | |
| 10 La Candelaria | 27.386 | 3,96 | 27.386 | | 27.020 | 366 | | | | |
| 11 Laureles Estadio | 38.517 | 5,56 | 38.517 | | 38.052 | 465 | | | | |
| 12 La América | 32.414 | 4,68 | 32.414 | | 31.841 | 417 | 156 | | | |
| 13 San Javier | 46.188 | 6,67 | 46.188 | | 45.044 | 936 | 207 | | | |
| 14 El Poblado | 38.395 | 5,55 | 38.395 | | 38.042 | 302 | 51 | | | |
| 15 Guayabal | 20.416 | 2,95 | 20.416 | | 20.225 | 104 | 87 | | | |
| 16 Belén | 64.877 | 9,37 | 64.877 | | 64.256 | 569 | 52 | | | |
| 50 Palmitas | 1.134 | 0,16 | 776 | 358 | 715 | 61 | | | | |
| 60 San Cristóbal | 15.130 | 2,19 | 13.054 | 2.076 | 12.198 | 820 | 35 | | | |
| 70 Altavista | 5.936 | 0,86 | 4.537 | 1.399 | 4.123 | 206 | 208 | | | |
| 80 San Ant de Prado | 22.839 | 3,30 | 21.910 | 929 | 21.491 | 367 | 52 | | | |
| 90 Santa Elena | 4.013 | 0,58 | 3.081 | 932 | 2.818 | 157 | 105 | | | |
| Total | 692.384 | 100,00 | 686.690 | 5.694 | 668.325 | 15.333 | 3.032 | | | |
| % | 100,00 | | 99,18 | 0,82 | 97,33 | 2,23 | 0,44 | | | |

Fuente: Datos suministrados por Encuesta de Índice de Calidad de Vida del Municipio de Medellín 2010 expandida

Gráfico

No hay gráfico

| | |
|--|---|
| Situación general de la microcuenca | Como se puede observar en la tabla de saneamiento por barrios, la información es escasa, especialmente en la parte alta de la microcuenca. En una actualización del año 2010 dentro de la encuesta índice de calidad de vida de Medellín, se puede inferir que en las comunas 3 y 4 el 100% de las viviendas encuestadas poseen servicio de acueducto y alcantarillado. |
| Fuente | Encuesta calidad de vida 2010. Departamento administrativo de planeación. Sección vivienda. Pg 47-49 PIOM La Bermejala ¹ . Diagnóstico .Capítulo 6. Pg 180. |

8.3 INDICADORES DE PRESIÓN

| 8.3.1 Índice de consumo de agua por habitante | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|-------|--------|-----------|------|-------------------|------------------|-----|---------------|-----------------------|------|-------------------|------------|------|-------------------|
| Tema | Recurso hídrico - presión | | | | | | | | | | | | | | | |
| Definición | Índice de consumo: mide la relación entre la demanda de agua consuntiva y los recursos hídricos en régimen natural. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Relevancia e interacciones | Permite establecer una tendencia en el consumo por hab., relacionado directamente con la densidad poblacional y factor de presión importante para el recurso hídrico. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula | Para la determinación de los índices de consumo, el PIOM de La Bermejala se realiza 1000 encuestas aproximadamente. Dichas encuestas se enfocan hacia la determinación de la demanda por usuario de acuerdo al tipo de sector al que pertenece. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de Medida | M³ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Periodicidad | mensual | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tablas de datos | <div>Tabla 12. Índices de consumo</div> <div>Índices de consumo</div> <table><tr><th>INDICE</th><th>VALOR</th><th>UNIDAD</th></tr><tr><td>Doméstico</td><td>15,5</td><td>m³ (usuario* mes)</td></tr><tr><td>sector doméstico</td><td>173</td><td>l/persona/día</td></tr><tr><td>comercial y servicios</td><td>19,8</td><td>m³ (usuario* mes)</td></tr><tr><td>industrial</td><td>14,2</td><td>m³ (usuario* mes)</td></tr></table> <div>Fuente. Datos PIOM La Bermejala¹</div> <div>Nota: Se definen 5 personas por usuario* dentro de este estudio.</div> | INDICE | VALOR | UNIDAD | Doméstico | 15,5 | m³ (usuario* mes) | sector doméstico | 173 | l/persona/día | comercial y servicios | 19,8 | m³ (usuario* mes) | industrial | 14,2 | m³ (usuario* mes) |
| INDICE | VALOR | UNIDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Doméstico | 15,5 | m³ (usuario* mes) | | | | | | | | | | | | | | |
| sector doméstico | 173 | l/persona/día | | | | | | | | | | | | | | |
| comercial y servicios | 19,8 | m³ (usuario* mes) | | | | | | | | | | | | | | |
| industrial | 14,2 | m³ (usuario* mes) | | | | | | | | | | | | | | |
| Gráfico | No hay gráfico | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|--|---|
| Situación general de la microcuenca | Una de las principales problemáticas para la determinación de índices es que no existe una medición exacta de los usuarios del servicio, incluso los que están conectados al acueducto municipal. Se valoró de acuerdo a las encuestas realizadas en el estudio del PIOM La Bermejala ¹ y promedio calculado a partir de datos de las empresas públicas de Medellín. |
| Fuente | PIOM La Bermejala ¹ . Diagnóstico. Capítulo 4. Pg 328. |

8.3.2 Índice de demanda por sectores

| | |
|--|--|
| Tema | Recurso hídrico - presión |
| Definición | Nos permite determinar el tipo de demanda ya sea residencial, industrial o comercial que se presenta dentro de la zona para cada uno de los tramos de la microcuenca. |
| Relevancia e interacciones | Es de gran importancia ya que nos permite definir el carácter de cada una de las zonas de la Bermejala, y así poder determinar los sectores que ejercen más presión sobre el recurso hídrico. |
| Fórmula | <p>Para la recolección de información se utilizan encuestas para obtener datos no encontrados en otras fuentes, para el sector comercial y de servicios.</p> <p>Para establecer la demanda se realiza la determinación de un índice de consumo promedio y el número de establecimientos registrados en el anuario estadístico de Medellín⁴.</p> <p>Para definir el número de muestras se utiliza la metodología propuesta en el PIOM La Bermejala¹, descrita en el capítulo 4, estimación de la demanda.</p> |
| Unidad de Medida | M ³ /mes |
| Periodicidad | mensual |
| Tablas de datos A continuación las tablas de estimación consumo de agua en m ³ /mes por sectores, para cada uno de los tramos de microcuenca: | |

TRAMO ALTO

Esta zona presenta una tendencia de mayor demanda residencial, aunque de los tres tramos es el que presenta menores índices por ser un área mas rural. Se observa en la siguiente tabla:

| BARRIO | RESIDENCIAL | INDUSTRIAL | COMERCIAL | SERVICIOS | TOTAL |
|--------------------------|------------------|--------------|-----------------|--------------|------------------|
| san José 1 | ND | ND | ND | ND | ND |
| oriente | ND | ND | ND | ND | ND |
| Santa Inés | 55.350,50 | 184,6 | 4.197,60 | 693 | 60.425,70 |
| María Cano Carambolas | 13.330,00 | ND | 217,8 | 39,6 | 13.587,40 |
| San José de la Cima No.2 | 14.585,50 | ND | ND | ND | 14.585,50 |
| TOTAL | 83.266,00 | 184,6 | 4.415,40 | 732,6 | 88.598,60 |

Tabla 13. Demanda mensual por sectores, Tramo Alto.

Fuente: Datos suministrados por el PIOM La Bermejala¹. Tabla elaboración propia**TRAMO MEDIO**

La mayor demanda se observa en el área residencial seguida por el sector servicios, lo que supone una presión más, también se debe tener en cuenta que existen establecimientos dentro de las viviendas. Igualmente es el tramo que representa mayor índice de los tres que componen la microcuenca.

| BARRIO | RESIDENCIAL | INDUSTRIAL | COMERCIAL | SERVICIOS | TOTAL |
|-------------------|-------------------|-------------|------------------|-----------------|-------------------|
| Barrio La Salle | 35.533,80 | 42,6 | 1.009,80 | 376,2 | 36.962,40 |
| Las Granjas | 46.500,00 | 511,2 | 5.999,40 | 1.702,80 | 54.713,40 |
| Campo Valdés No.2 | 49.600,00 | 340,8 | 5.860,80 | 1.366,20 | 57.167,80 |
| Berlín | 24.087,00 | 298,2 | 4.613,40 | 2.989,80 | 31.988,40 |
| La Esmeraldas | 24.443,50 | 127,8 | 2.574,00 | 376,20 | 27.521,50 |
| La Piñuela | 37.494,50 | 241,4 | 1.782,00 | 613,80 | 40.131,70 |
| TOTAL | 217.658,80 | 1562 | 21.839,40 | 7.425,00 | 248.485,20 |

Tabla 14. Demanda mensual por sectores, Tramo Medio.

Fuente: Datos suministrados por el PIOM La Bermejala¹. Tabla elaboración propia**TRAMO BAJO**

| BARRIO | RESIDENCIAL | INDUSTRIAL | COMERCIAL | SERVICIOS | TOTAL |
|--------------|-------------------|---------------|------------------|-------------|-------------------|
| San Isidro | 38.750,00 | 156,2 | 3.564,00 | 752,4 | 43.222,60 |
| Bermejál | | | | | |
| Los Álamos | 27.466,00 | 42,6 | 613,8 | 237,6 | 28.360,00 |
| Moravia | 54.250,00 | 951,4 | 11.187,00 | 3.227,40 | 69.615,80 |
| Aranjuez | 18.600,00 | 184,6 | 1.881,00 | 930,6 | 21.596,20 |
| Brasilia | 38.750,00 | 284 | 7.979,40 | 2.574,00 | 49.587,40 |
| Miranda | 13.950,00 | 213 | .851,20 | 990 | 18.004,20 |
| TOTAL | 191.766,00 | 1831,8 | 28.076,40 | 8712 | 230.386,20 |

Tabla 15. Demanda mensual por sectores, Tramo Bajo.

Fuente: Datos suministrados por el PIOM La Bermejala¹. Tabla elaboración propia

Gráfico

Se presenta el consumo estimado por sectores en m³ para cada tramo de estudio, por barrios.

Figura 45. Gráfico de consumo por sectores, tramo Alto de la microcuenca

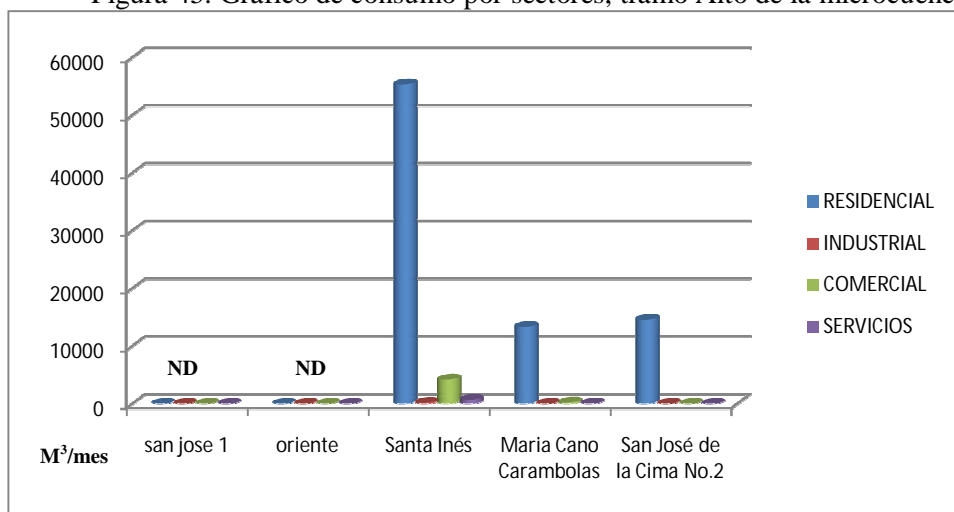


Figura 46. Gráfico de consumo por sectores, tramo Medio de la microcuenca

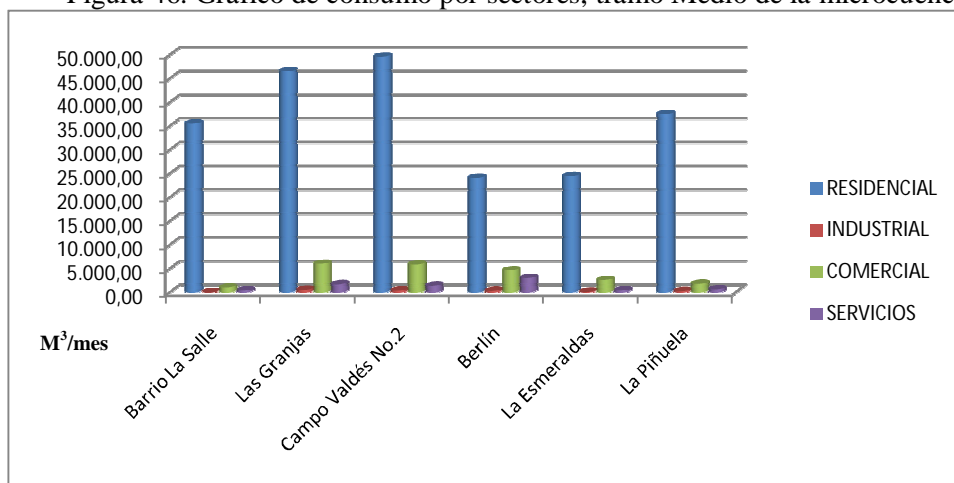
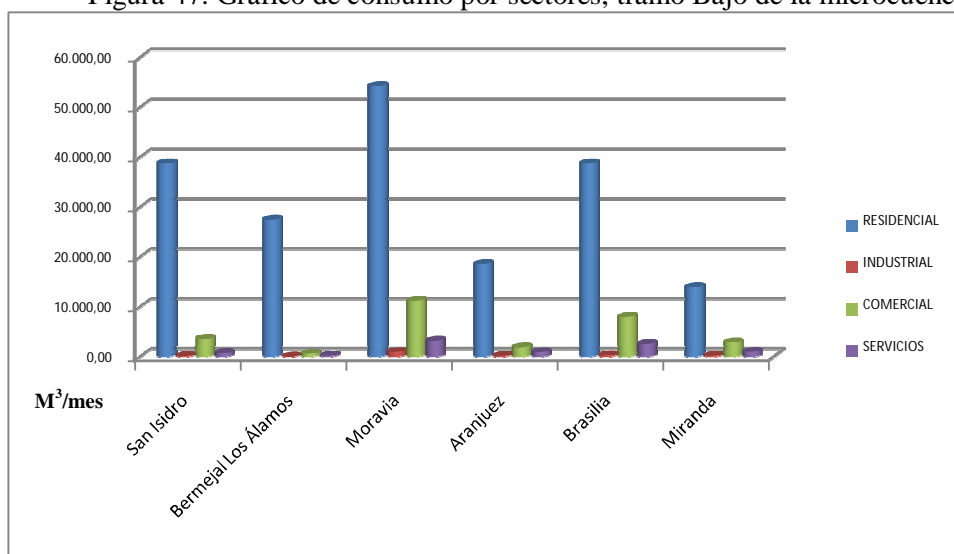
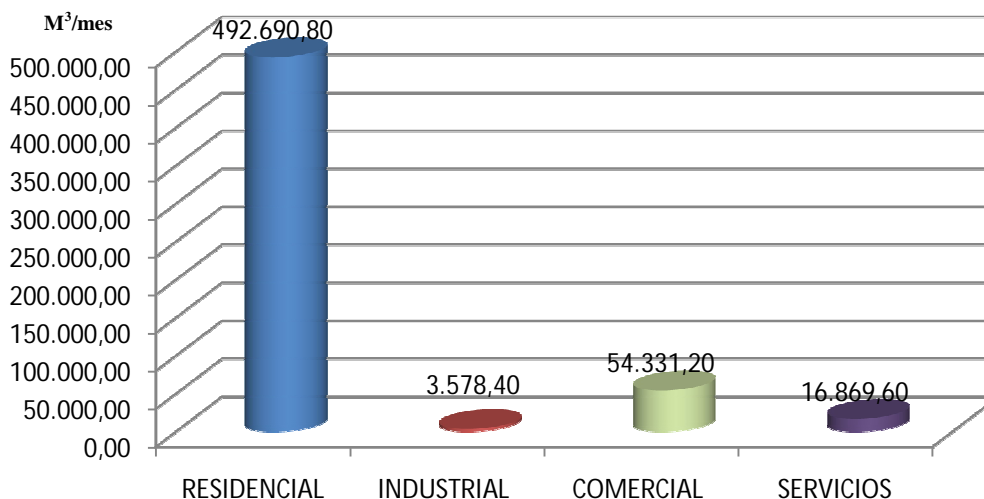
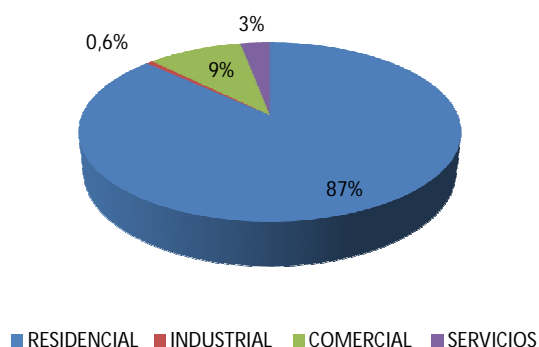


Figura 47. Gráfico de consumo por sectores, tramo Bajo de la microcuenca



Consumos generales**Figura 48. Estimado de consumo total en m³ por sectores para la microcuenca La Bermejala****Figura 49. Demanda total por sectores**

Como se puede observar los mayores requerimientos de agua son para el sector residencial, con el 87 % del total de agua consumida, seguido por el área comercial y de servicios aprox. La demanda del sector industrial, con mayor influencia en el sector de Moravia, zona baja de la microcuenca de La Bermejala, asciende al 0,6 % aprox. del total. La empresa de servicios públicos abastece cerca del 97% de la demanda total.

La demanda total para La microcuenca a Bermejala 567,470 m³/mes Aprox.

Situación general de la microcuenca

Como se observa en cada uno de los tramos, la microcuenca presenta mayor demanda residencial y comercial, especialmente en el tramo medio y bajo. No hay medición de la totalidad del agua consumida, ya que existen varios factores como las acometidas ilegales, altas pérdidas de agua por fugas, contadores compartidos por varias viviendas y aquellas que no poseen el servicio de acueducto, lo que no permite establecer datos precisos para el área de estudio.

Fuente

PIOM La Bermejala¹. Diagnóstico. Capítulo 4, pag 324.

8.3.3 Número de Captaciones

| Tema | Recurso hídrico - presión | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------|-------|---|---|-------------|-------|--|--|------------|-------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Definición | Establece el número de captaciones que tiene la microcuenca, y por tanto se puede establecer la intervención humana dentro de la misma. | | | | | | | | | | | | |
| Relevancia e interacciones | Expone a la comunidad por el consumo de agua no tratada que puede causar enfermedades. | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula | No hay fórmula. Se establece con datos suministrados por el PIOM La Bermejala ¹ , el Ministerio de Medio Ambiente y la Alcaldía de Medellín. | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de Medida | Número y caudal aprox. | | | | | | | | | | | | |
| Periodicidad | ----- | | | | | | | | | | | | |
| Tablas de datos | <table border="1"> <thead> <tr> <th>TRAMO ALTO</th><th>DATOS</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Debido a la ilegalidad de las captaciones, no se tiene información exacta. Estas captaciones son acometidas temporales no tecnificadas, causando no solo el desabastecimiento de la población sino la posible infiltración del área aumentando la amenaza de deslizamiento.</td><td>la captación en la parte alta de la microcuenca equivalente aproximadamente a 0.7 l/s</td></tr> <tr> <th>TRAMO MEDIO</th><th>DATOS</th></tr> <tr> <td>Debido a la ilegalidad de las captaciones, no se tiene información exacta.</td><td>Se observa una captación en este tramo, equivalente aproximadamente a 0.7 l/s.</td></tr> <tr> <th>TRAMO BAJO</th><th>DATOS</th></tr> <tr> <td>No hay captaciones en este tramo.</td><td>No hay captaciones en este tramo.</td></tr> </tbody> </table> | TRAMO ALTO | DATOS | Debido a la ilegalidad de las captaciones, no se tiene información exacta. Estas captaciones son acometidas temporales no tecnificadas, causando no solo el desabastecimiento de la población sino la posible infiltración del área aumentando la amenaza de deslizamiento. | la captación en la parte alta de la microcuenca equivalente aproximadamente a 0.7 l/s | TRAMO MEDIO | DATOS | Debido a la ilegalidad de las captaciones, no se tiene información exacta. | Se observa una captación en este tramo, equivalente aproximadamente a 0.7 l/s. | TRAMO BAJO | DATOS | No hay captaciones en este tramo. | No hay captaciones en este tramo. |
| TRAMO ALTO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Debido a la ilegalidad de las captaciones, no se tiene información exacta. Estas captaciones son acometidas temporales no tecnificadas, causando no solo el desabastecimiento de la población sino la posible infiltración del área aumentando la amenaza de deslizamiento. | la captación en la parte alta de la microcuenca equivalente aproximadamente a 0.7 l/s | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO MEDIO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| Debido a la ilegalidad de las captaciones, no se tiene información exacta. | Se observa una captación en este tramo, equivalente aproximadamente a 0.7 l/s. | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO BAJO | DATOS | | | | | | | | | | | | |
| No hay captaciones en este tramo. | No hay captaciones en este tramo. | | | | | | | | | | | | |
| Gráfico | No hay gráfico | | | | | | | | | | | | |
| Situación general de la microcuenca | Se pudieron establecer sólo dos captaciones de aguas en los ramales norte y sur de la quebrada La Bermejala, equivalentes aproximadamente a 0.7 l/s. El caudal captado asciende a unos 13 L/s aproximadamente. | | | | | | | | | | | | |
| Fuente | PIOM La Bermejala ¹ . Diagnóstico. Capítulo 4, pag 438. | | | | | | | | | | | | |

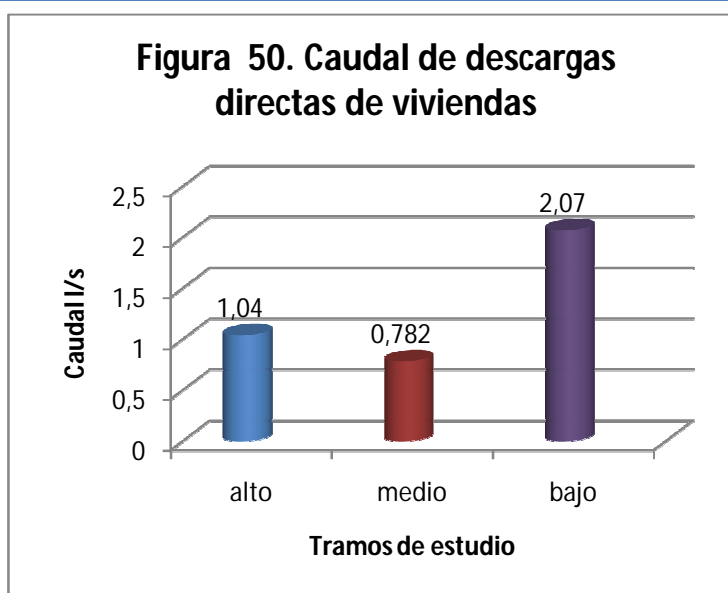
8.3.4 Vertimientos de aguas residuales provenientes de las viviendas.

| | |
|-----------------------------------|---|
| Tema | Saneamiento - presión |
| Definición | Se definen en dos tipos de descargas: directas e indirectas. Este indicador mide el número de viviendas con descargas directas a las quebradas y las descargas indirectas que son aquellas provenientes del alcantarillado, que finalmente llegan a la quebrada. |
| Relevancia e interacciones | Dá un indicativo de la carga contaminante que recibe la quebrada por efecto de las aguas residuales domésticas y la relación que tiene el estado de saneamiento con respecto a las descargas. |
| Fórmula | <p>Descargas directas: Para el cálculo se toman los valores de 173 l/hab-día (0,00200 l/s) densidad por vivienda de 4.6 hab/viv. Caudal estimado por vivienda: 0,0092 l/s. De acuerdo a los datos establecidos por el PIOM La Bermejala¹.</p> <p>Descargas indirectas: datos suministrados por las empresas públicas de Medellín.</p> |
| Unidad de Medida | No. De viviendas - caudal l/s |
| Periodicidad | Sin información |

Tablas de datos

| TRAMO ALTO | DATOS |
|--|--|
| Esta parte por ser un poco mas rural, no tiene infraestructura adecuada y gran cantidad de las viviendas allí descargan sus aguas sobre la Bermejala. | Número de viviendas con descargas directas: 114 - caudal estimado: 1,04 l/s |
| TRAMO MEDIO | DATOS |
| En esta zona a pesar de contener gran parte de la población, tiene pocas viviendas con descargas directas sobre la quebrada. | Número de viviendas con descargas directas: 85 - caudal estimado: 0,782 l/s |
| TRAMO BAJO | DATOS |
| Este tramo es el que posee mayora cantidad de vertimientos directos provenientes de las viviendas, por tanto una de las mayores concentraciones poblacionales. | Número de viviendas con descargas directas: 225 - caudal estimado: 2,07 l/s |

Gráfico

**Situación general de la microcuenca**

Se puede inferir que entre un 25 a 50% del caudal medio de la fuente de agua lo aportan las viviendas que descargan a la quebrada.

La Bermejala tiene un total de **424** viviendas aprox. que descargan sus aguas sobre la microcuenca directamente y el caudal estimado de **descarga directa** de aguas residuales es de **3,91 l/s**. El caudal de **descargas indirectas** de La Bermejala y La Tebaida es de **108.930 l/s aprox.**

Fuente

PIOM La Bermejala¹. Diagnóstico. Capítulo 4, pg 440.

8.3.5 población y número de viviendas por tramo

| | |
|--|---|
| Tema | Presión demográfica |
| Definición | Este factor determina el número de habitantes por tramo dentro de la microcuenca, en base al censo realizado por el DANE ⁴ y registrado en el PIOM La Bermejala ¹ . |
| Relevancia e interacciones | Permite establecer un índice de crecimiento demográfico como factor de presión dentro de la microcuenca. |
| Fórmula | No hay fórmula. Índice basado en encuestas del DANE ⁴ , Índice de calidad de vida de la ciudad de Medellín 2010 y el PIOM La Bermejala ¹ . |
| Unidad de Medida | Número de habitantes |
| Periodicidad | Anual |
| Tablas de datos A continuación se presentan tablas de datos de población por barrio y número de viviendas, suministradas por la Encuesta de Índice de Calidad de Vida. Municipio de Medellín. 2004. Los datos mas actualizados sobre población se encuentran por comuna, en nuestro caso la 3 (Aranjuez) y la 4 (Manrique). Datos suministrados por la encuesta índice calidad de vida 2010. | |

Tabla 16. Población por barrio y Número de viviendas, Tramo Alto

| BARRIO | Número de habitantes | Numero de viviendas | Promedio hab/viv |
|-----------------------|----------------------|---------------------|------------------|
| SANTA INES | ND | ND | ND |
| ORIENTE | ND | ND | ND |
| María Cano-Carambolas | 4.541 | 860 | 5,3 |
| San José.1 | 4.407 | 941 | 4,7 |
| San José. 2 | ND | ND | ND |
| TOTAL | 8.948 | 1.801 | 5,0 |

Fuente: Datos suministrados por el PIOM La Bermejala¹.

Tabla 17. Población por barrio y Número de viviendas, Tramo Medio

| BARRIO | Numero de habitantes | Numero de viviendas | Promedio hab/viv |
|----------------|----------------------|---------------------|------------------|
| LA SALLE | 20.153 | 4.585 | 4,4 |
| LAS GRANJAS | 35.733 | 8.347 | 4,3 |
| campo Valdés 2 | 28.745 | 6.630 | 4,3 |
| Berlín | 12.526 | 3.106 | 4,0 |
| Campo V.1 | ND | ND | ND |
| Las Esmeraldas | 6.614 | 1.577 | 4,2 |
| Piñuela | 10.276 | 2.419 | 4,2 |
| TOTAL | 114.047 | 26.664 | 4,2 |

Fuente: Datos suministrados por el PIOM La Bermejala¹.

Tabla 18. Población por barrio y Número de viviendas, Tramo Bajo

| BARRIO | Numero de hab | Numero de viviendas | Promedio hab/viv |
|--------------|---------------|---------------------|------------------|
| San Isidro | 17.554 | 4.179 | 4,2 |
| Los Álamos | 7.602 | 1.772 | 4,3 |
| Moravia | 29.713 | 5.970 | 5,0 |
| Aranjuez | 11.348 | 2.856 | 4,0 |
| Brasília | 15.469 | 3.689 | 4,2 |
| Miranda | 7.279 | 1.828 | 4,0 |
| TOTAL | 88.965 | 20.294 | 4,3 |

Fuente: Datos suministrados por el PIOM La Bermejala¹.

Gráfico

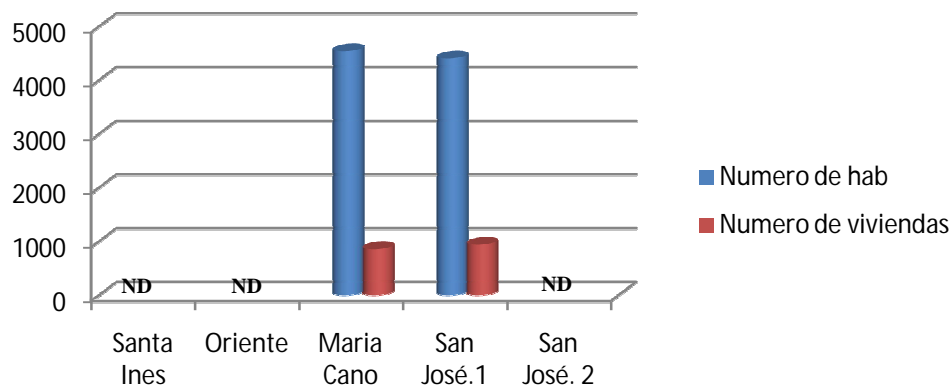
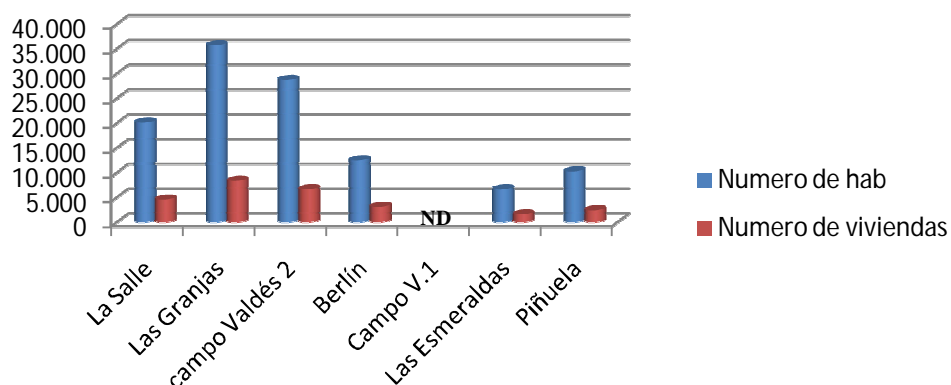
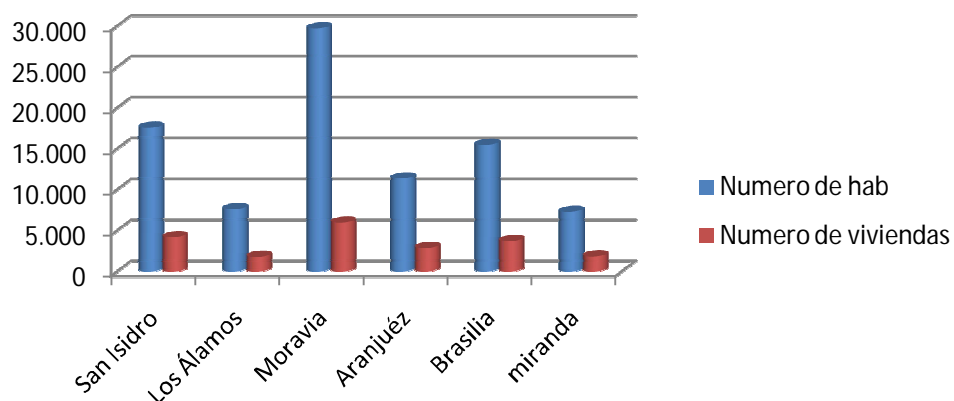
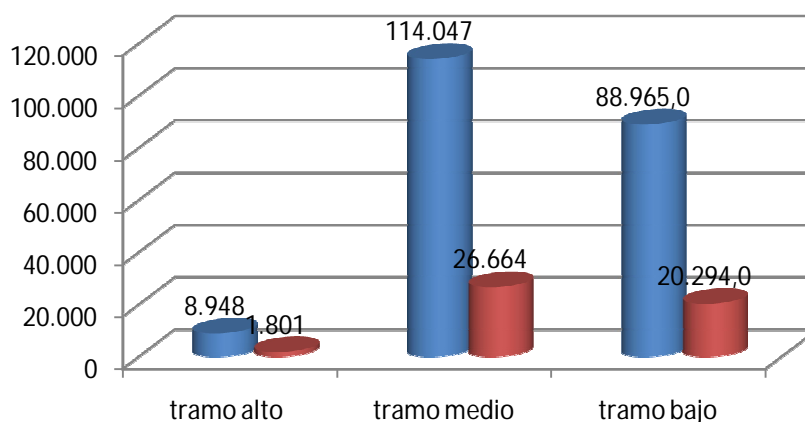
Figura 51. Número de habitantes/ Número de viviendas Tramo Alto**Figura 52. Número de habitantes/ Número de viviendas Tramo Medio****Figura 53. Número de habitantes/ Número de viviendas Tramo Bajo**

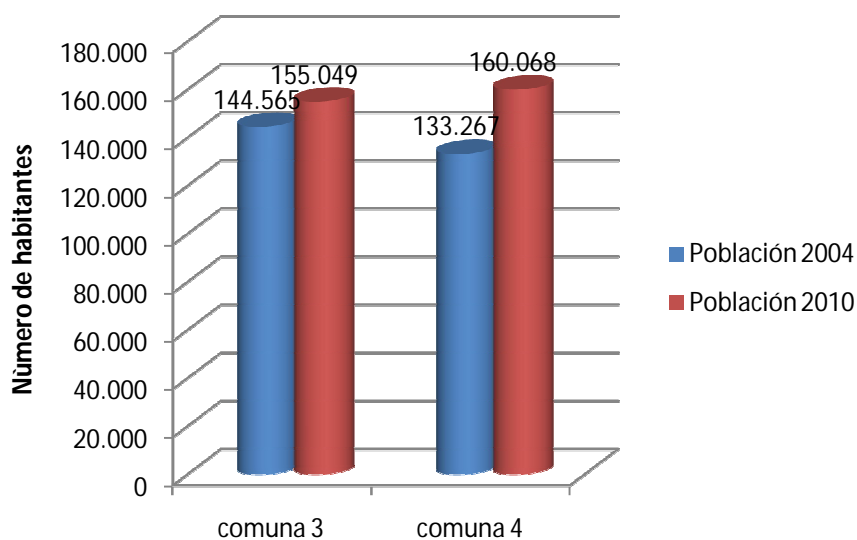
Figura 54. Número de habitantes/ Número de viviendas microcuenca en General



Situación general de la microcuenca

Como se puede observar en el gráfico general, la población en cada uno de los tramos varía de acuerdo al carácter urbano o rural que poseen las áreas de estudio. Se destacan especialmente los tramos medio y bajo como los mas urbanizados y por tanto los de mayor población y densidad de vivienda, lo cual representa una fuerza motriz de presión sobre el recurso hídrico. Según la actualización de datos poblacionales, en el estudio Índice de calidad de vida Medellín 2010, las comunas 3 y 4 tienen un aumento representativo ilustrado en el gráfico siguiente:

Gráfico
Figura 55.
Población comunas 3 y 4



Fuente

Anuario estadístico de Medellín 2004, Encuesta Índice de calidad de vida, Medellín 2010.
PIOM La Bermejala¹. Diagnóstico. Capítulo 6, pg 157.

8.4 INDICADORES DE IMPACTO

| 8.4.1 Procesos erosivos | |
|--|--|
| Tema | Suelo – Impacto y vulnerabilidad |
| Definición | La erosión concentrada es un indicador importante en la Pérdida de suelo y de la disminución de las condiciones ambientales apropiadas. |
| Relevancia e interacciones | “..Son superficies en el terreno que presentan un grado de erosión avanzada, ésta es debido a la intervención antrópica, la cual se ve reflejada en la remoción de la cobertura vegetal y el sobrepastoreo; en épocas invernales éstas zonas se convierten en lodazales. La presencia de surcos de erosión generados por el agua de escorrentía es muy común en estas áreas.” (Area Metropolitana del Valle de Aburrá, 2006) |
| Fórmula | Conteo y medición de áreas afectadas por erosión concentrada. |
| Unidad de Medida | M ² |
| Periodicidad | Reportes variables |
| Tablas de datos | No |
| Gráfico | No |
| Situación general de la microcuenca | <p>“..Los procesos erosivos ocupan cerca del 8% en La Bermejala. Se identifica en la zona propia del borde urbano y suelo rural como la más inestable geológicamente. Los procesos morfo dinámicos identificados en la zona de estudio están asociados básicamente a movimientos en masa, caída de bloques de roca y procesos erosivos como cárcavas, socavaciones de orillas y erosión superficial activa. Las acciones antrópicas tales como banqueos para vías veredales y viviendas y el mal uso de las tuberías de aguas y del suelo, son los factores detonantes de la inestabilidad.”</p> <p>Según el plano de procesos erosivos (anexo x), se puede inferir que la parte alta de la microcuenca es la que presenta mayor parte de terreno con erosión concentrada, caída de bloques, movimientos en masa entre otros.</p> <p>Por otro lado, la parte media y baja de la microcuenca no presenta mayores sectores con esta problemática, a excepción de la montaña de basura del barrio Moravia, que cuenta con un área de 0.06 km². “..Los procesos morfo dinámicos están asociados a desgarres, movimientos en masa de la basura acumulada y a la desorganización urbanística, lo cual le da el carácter de barrio subnormal. La génesis de este cerro es netamente antrópica asociada al antiguo botadero de basuras de la ciudad de Medellín.” (Area Metropolitana del Valle de Aburrá, 2006)</p> |

| | |
|---------------|---|
| Fuente | <p>PIOM La Bermejala¹. Diagnóstico. Capítulo 4.</p> <p>Parte del estudio geológico se realizó con base en la información secundaria obtenida de diferentes trabajos referidos a la zona, como lo son: los desarrollados por las Microzonificaciones Sísmicas del área urbana de Medellín y del Valle de Aburrá (1999), los proyectos desarrollados por antiguo Instituto Mi Río y los Trabajos Dirigidos de Grado de la Facultad de Minas.</p> |
|---------------|---|

8.5 INDICADORES DE RESPUESTA

8.5.1 Indicador: Precio medio del agua para usos doméstico, comercial e industrial

| | |
|-----------------------------------|--|
| Tema | Respuesta – factor económico |
| Definición | <p>El indicador mide el pago (en pesos colombianos) por unidad de consumo (m³ de agua) para uso doméstico (satisfacción de las necesidades básicas), comercial e industrial, acuerdo al sistema tarifario vigente para cada ciudad.</p> <p>Los conceptos que contiene la factura comprenden tanto el servicio de suministro de agua (acueducto) como los servicios de saneamiento y depuración de aguas residuales (alcantarillado) además de las tasas de cargo fijo para cada una de estas actividades. Los datos son suministrados por EPM (Empresas Públicas de Medellín) del año 2009 al 2011.</p> |
| Relevancia e interacciones | Es un Indicador de respuesta, en donde el pago que realizan los usuarios por el agua incide sobre el uso y adecuada gestión del recurso por parte de la comunidad en general. Es una forma de concientizar a los consumidores en el uso del recurso hídrico, ya que a mayor precio mejor uso se le dará al mismo. |
| Fórmula | No hay fórmula. Datos suministrados por EPM (Empresas Públicas de Medellín) |
| Unidad de Medida | Pesos colombianos (\$) |
| Periodicidad | anual |

Tablas de datos

Se definen las tarifas para acueducto y aguas residuales para el Municipio de Medellín, en las siguientes tablas:

| SECTOR | ACUEDUCTO | | | ALCANTARILLADO | | |
|---------------------------|---------------------------------|--|---------------------|---------------------------------|--|---------------------|
| | Cargo Fijo (\$/ Instalación) | Cargo por consumo (\$ / m ³) | | Cargo Fijo (\$/ Instalación) | Cargo por consumo (\$ / m ³) | |
| | | 0 -20 m ³ | > 20 m ³ | | 0 -20 m ³ | > 20 m ³ |
| Sector Residencial | | | | | | |
| <i>Estrato 1</i> | 2,827.60 | 318.98 | 797.44 | 1,389.76 | 686.46 | 1,716.14 |
| <i>Estrato 2</i> | 4,241.40 | 478.46 | 797.44 | 2,084.64 | 1,029.68 | 1,716.14 |
| <i>Estrato 3</i> | 6,185.37 | 697.76 | 797.44 | 3,040.10 | 1,501.62 | 1,716.14 |
| <i>Estrato 4</i> | 7,069.00 | 797.44 | 797.44 | 3,474.40 | 1,716.14 | 1,716.14 |
| <i>Estrato 5</i> | 10,603.50 | 1,196.16 | 1,196.16 | 5,211.59 | 2,574.21 | 2,574.21 |
| <i>Estrato 6</i> | 11,310.40 | 1,275.90 | 1,275.90 | 5,559.03 | 2,745.82 | 2,745.82 |
| Comercial | 10,603.50 | 1,196.16 | | 5,211.59 | 2,574.21 | |
| Industrial | 9,189.70 | 1,036.67 | | 4,516.72 | 2,230.98 | |
| Oficial y Exenta | 7,069.00 | 797.44 | | 3,474.40 | 1,716.14 | |

Tabla 19. Tarifas acueducto y alcantarillado - Medellín. Fuente: Datos suministrados EPM. Mayo del 2009.

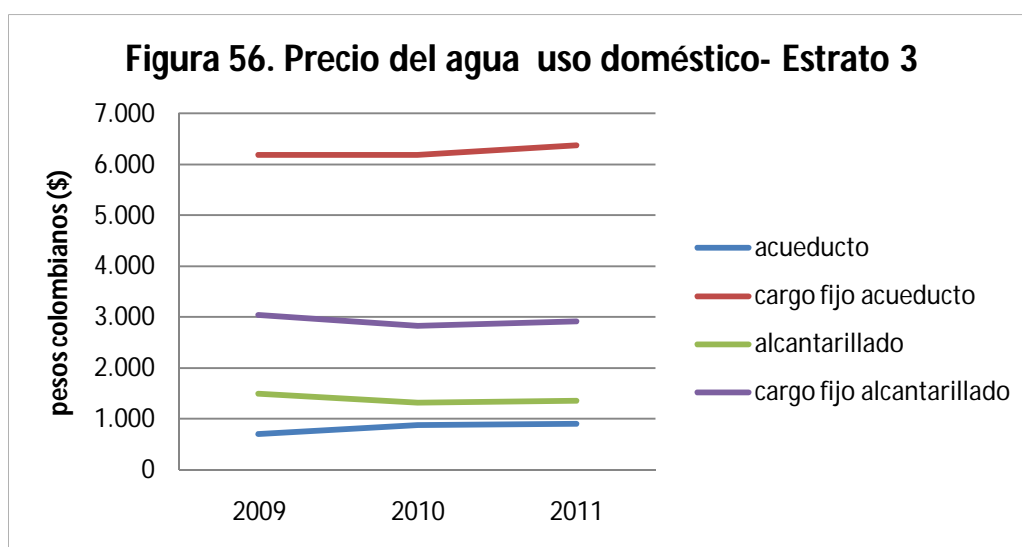
| SECTOR | ACUEDUCTO | | | ALCANTARILLADO | | |
|---------------------------|---------------------------------|---|---------------------|---------------------------------|---|---------------------|
| | Cargo Fijo (\$/ Instalación) | Cargo por consumo (\$ / m ³) | | Cargo Fijo (\$/ Instalación) | Cargo por consumo (\$ / m ³) | |
| | | 0 -20 m ³ | > 20 m ³ | | 0 -20 m ³ | > 20 m ³ |
| Sector Residencial | | | | | | |
| Estrato 1 | 2,827.60 | 399.85 | 999.62 | 1,292.67 | 605.31 | 1,513.28 |
| Estrato 2 | 4,241.40 | 599.77 | 999.62 | 1,939.01 | 907.97 | 1,513.28 |
| Estrato 3 | 6,185.37 | 874.67 | 999.62 | 2,827.73 | 1,324.12 | 1,513.28 |
| Estrato 4 | 7,069.00 | 999.62 | 999.62 | 3,231.69 | 1,513.28 | 1,513.28 |
| Estrato 5 | 10,603.50 | 1,499.43 | 1,499.43 | 4,847.53 | 2,269.92 | 2,269.92 |
| Estrato 6 | 11,310.40 | 1,599.39 | 1,599.39 | 5,170.70 | 2,421.25 | 2,421.25 |
| Comercial | 10,603.50 | 1,499.43 | | 4,847.53 | 2,269.92 | |
| Industrial | 9,189.70 | 1,299.50 | | 4,201.19 | 1,967.26 | |
| Oficial y Exenta | 7,069.00 | 999.62 | | 3,231.69 | 1,513.28 | |

Tabla 20. Tarifas acueducto y alcantarillado - Medellín Fuente: Datos suministrados EPM. Mayo del 2010.

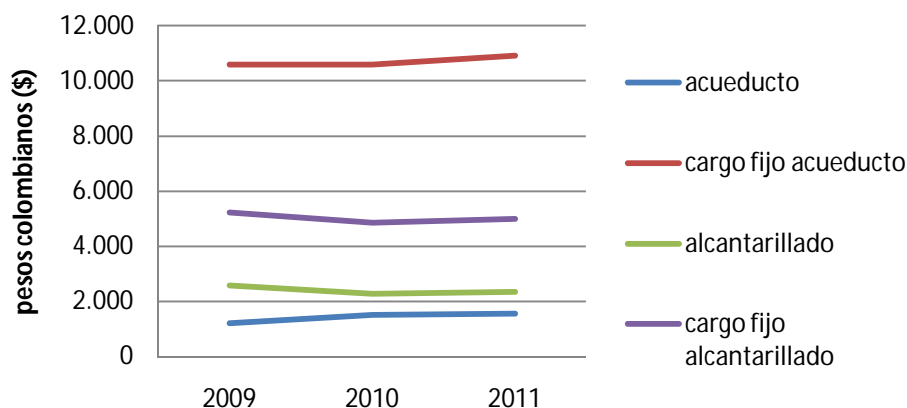
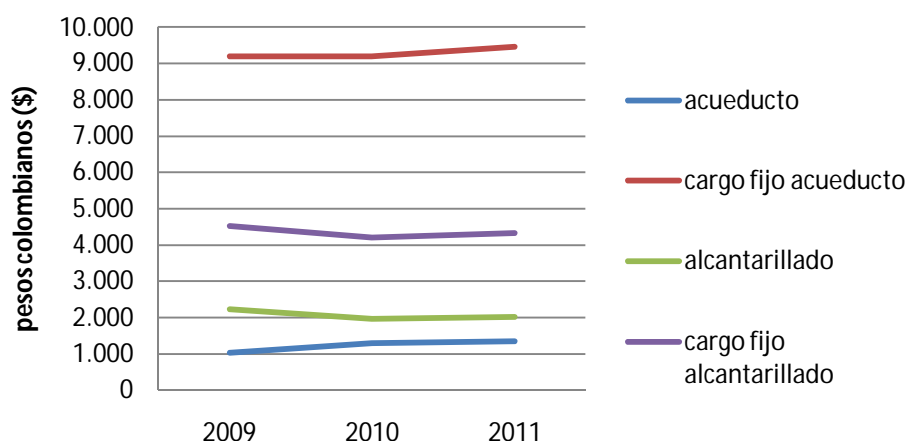
| SECTOR | ACUEDUCTO | | | ALCANTARILLADO | | |
|---------------------------|---------------------------------|---|---------------------|---------------------------------|---|---------------------|
| | Cargo Fijo (\$/ Instalación) | Cargo por consumo (\$ / m ³) | | Cargo Fijo (\$/ Instalación) | Cargo por consumo (\$ / m ³) | |
| | | 0 -20 m ³ | > 20 m ³ | | 0 -20 m ³ | > 20 m ³ |
| Sector Residencial | | | | | | |
| Estrato 1 | 2,913.61 | 411.98 | 1,029.96 | 1,332.00 | 622.75 | 1,556.87 |
| Estrato 2 | 4,370.42 | 617.98 | 1,029.96 | 1,998.00 | 934.12 | 1,556.87 |
| Estrato 3 | 6,373.53 | 901.21 | 1,029.96 | 2,913.75 | 1,362.26 | 1,556.87 |
| Estrato 4 | 7,284.04 | 1,029.96 | 1,029.96 | 3,330.00 | 1,556.87 | 1,556.87 |
| Estrato 5 | 10,926.05 | 1,544.94 | 1,544.94 | 4,994.99 | 2,335.30 | 2,335.30 |
| Estrato 6 | 11,654.46 | 1,647.93 | 1,647.93 | 5,327.99 | 2,490.99 | 2,490.99 |
| Comercial | 10,926.05 | 1,544.94 | | 4,994.99 | 2,335.30 | |
| Industrial | 9,469.25 | 1,338.95 | | 4,328.99 | 2,023.93 | |
| Oficial y Exenta | 7,284.04 | 1,029.96 | | 3,330.00 | 1,556.87 | |

Tabla 21. Tarifas acueducto y alcantarillado - Medellín Fuente: Datos suministrados EPM. Mayo del 2011.

Gráfico



Dentro del sector doméstico se consideró el estrato 3 ya que es el perteneciente a los barrios del área de estudio. Igualmente se observa un alto cargo fijo en la tarifa del acueducto mientras que el precio estándar es el más bajo. En contraste, el alcantarillado está por debajo en la tabla de valores.

Gráfico**Figura 57. Precio del agua - sector comercial****Figura 58. Precio del agua - sector industrial****Situación general de la microcuenca****El sector Doméstico**

En general las tarifas de acueducto presentaron un precio mas alto en el 2009 y un leve descenso hasta el 2010 en este sector. El cargo siempre se sitúa en uno de los puntos mas altos, mientras que la tarifa media es la mas baja.

El sector Comercial e industrial

El sector comercial presenta los valores mas altos que el industrial en acueducto y alcantarillado, ya que prevalece la actividad comercial en el sector y repercute en los sistemas tarifarios de agua. Sin embargo el sector industrial posee unas tarifas medias que no corresponden al tipo de actividad y uso del agua por parte de este sector.

Fuente

Subdirección gestión regulatoria de aguas, EPM (Empresas Públicas de Medellín) 2011.

8.5.2 Inversión proyectos gestión del recurso hídrico

| | |
|-----------------------------------|--|
| Tema | Inversión – Agua y saneamiento |
| Definición | Este indicador permite visualizar un panorama de la inversión en el recurso hídrico a nivel regional por parte de las autoridades ambientales en el área de estudio, en este caso CORANTIOQUIA ³ . |
| Relevancia e interacciones | Permite establecer un seguimiento sobre los planes de desarrollo y el manejo de inversión sobre el recurso, y así poder identificar las áreas prioritarias de intervención y de interés para el manejo sostenible de la microcuenca. |
| Fórmula | No hay fórmula |
| Unidad de Medida | Pesos Colombianos (\$) |
| Periodicidad | Anual |

Tablas de datos

Tabla 22 a 24. PLAN DE ACCIÓN 2007 – 2011 CORANTIOQUIA

| NOMBRE ACTIVIDAD | INDICADOR | METAS | | | | | |
|---|--|-------|------|------|------|------|-------|
| | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | TOTAL |
| 7.1 Administración integral y monitoreo de la oferta y demanda del recurso agua (superficial, subterráneo, atmosférico) | N° de cabeceras municipales con índice de escasez medido | 20 | 30 | 30 | 0 | 0 | 80 |
| | No. de reportes clientes externos | | | | 730 | 730 | 1460 |
| | No. de unidad hidrológica monitoreada ²⁵ | | | | 24 | 24 | 48 |
| | No. de reportes clientes internos | | | | 70 | 100 | 170 |
| 7.2 Reglamentación de corrientes | N° de corrientes hídricas reglamentadas | 8 | 8 | 8 | 0 | 0 | 24 |

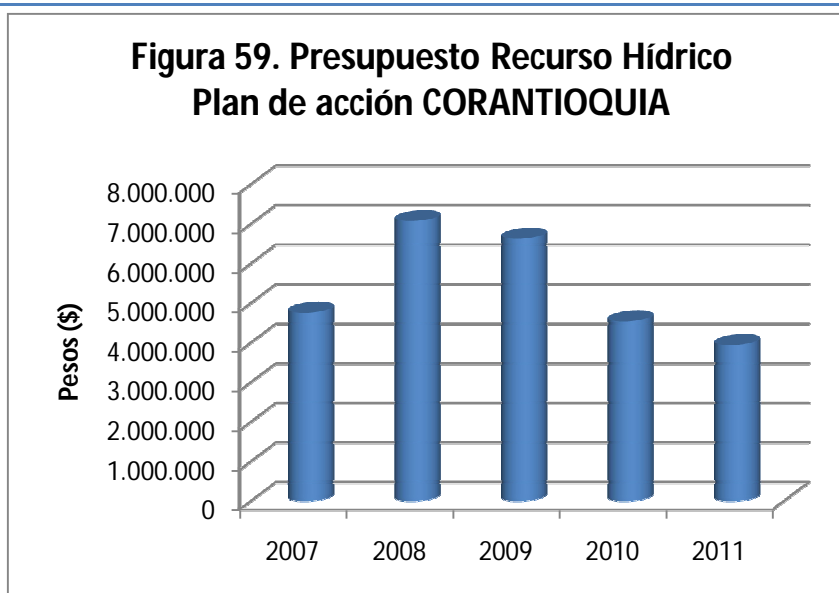
| PROYECTO | OBJETIVO | INDICADOR RESULTADO/ PRODUCTO | UNIDAD | METAS | | | | | |
|--|--|---|--------|-------|------|------|------|------|----------------------|
| | | | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | TOTAL |
| Proyecto 7. Gestión sostenible del Recurso hídrico ²⁴ | Garantizar la disponibilidad hídrica en cabeceras municipales, mediante la gestión integral del recurso. | RESULTADO: Municipios de CORANTIOQUIA con disponibilidad hídrica (Cabeceras y centros poblados) | % | 25 | 35 | 40 | 0 | 0 | 100 Cabeceras |
| | | | | | | | 25 | 25 | 50% centros poblados |

Fuente: Plan de acción 2007-2011. CORANTIOQUIA³.

| NOMBRE ACTIVIDAD | INDICADOR | METAS | | | | | |
|--|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | TOTAL |
| 7.3 Administración y orientación para la aplicación de instrumentos económicos en tasas retributivas | Carga total (SST-DBO) con cobro de tasa (Ton/Año) ²⁶ | 11.412 | 15.610 | 16.148 | 0 | 0 | 16.148 |
| | | | | | 20.000 | 20.000 | 40.000 |
| 7.4 Administración y orientación para la aplicación de instrumentos económicos en tasas por uso | Volumen de agua con cobro de tasa por uso (M ³ por año) | 80 | 40 | 34 | 35 | 40 | 229 |
| 7.5 Ordenación de cuencas ²⁸ | N° cuencas ordenadas | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| 7.6 Protección integral de cuencas abastecedoras ³⁰ | N° Has Reforestadas | 700 | 1.000 | 1.000 | 400 | 600 | 3.700 |
| | N° Has Mantenidas | 700 | 1.700 | 2.700 | 670 | 600 | 6.370 |
| | N° de predios intervenidos | | | | 25 | 27 | 52 |
| 7.7 Planificación de unidades hidrológicas | No. unidades hidrológicas con instrumentos de planificación formulados y/o actualizados ³¹ | | | | 5 | 5 | 10 |
| | No de Planes de ahorro y uso eficiente del agua aprobados | | | | 40 | 60 | 100 |
| 7.8 Valoración económica de unidades hidrológicas | No de unidades hidrológicas valoradas | | | | 1 | 1 | 2 |

Fuente: Plan de acción 2007-2011. CORANTIOQUIA³.

| año | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| pesos (\$) | 4.761.750 | 7.078.474 | 6.630.381 | 4.544.117 | 3.944.017 |

Tabla 25. Presupuesto recurso hídrico. Datos: Plan de acción 2007-2011. CORANTIOQUIA³.**Gráfico****Fuente**Plan de acción 2007-2011. CORANTIOQUIA³. Capítulo 4.**8.5.6 PROGRAMAS Y PROYECTOS PARA LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO**

POLÍTICAS DE GESTIÓN DEL AGUA

Las políticas para la recuperación y gestión sostenible del agua que se plantean dentro del PIOM La Bermejala¹ son las siguientes:

ESTRATEGIAS LINEA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

- E 1: Consolidación de un programa de suministro de agua potable a nivel peri-urbano en las microcuencas de las quebradas La Rosa y La Bermejala.
- E 2: Implementación de macro y micro medición en acueductos comunales existentes en la zona de influencia de las microcuencas de las quebradas La Rosa y La Bermejala.
- E 3: Construcción de sistemas de tratamiento de agua potable en acueductos comunales existentes en la zona de influencia de las microcuencas de las quebradas La Rosa y La Bermejala.
- E 4: Implementación del plan de saneamiento de las Empresas Públicas de Medellín para las quebradas La Rosa y La Bermejala, de forma que se pueda alcanzar el 65% de recolección de aguas residuales a mediano plazo (2010).
- E 5: Promoción del cambio de sentido de las redes internas de las viviendas, lo cual permite alcanzar el 5% adicional de recolección de aguas residuales a mediano plazo (2010), para un total de 70% de recolección de esta agua.
- E 6: Formular e implementar sistemas de alcantarillado no convencionales, tendientes a recoger las descargas de las viviendas ubicadas en zonas de difícil recolección en las microcuencas de las quebradas La Rosa y La Bermejala.
- E 7: Formulación e implementación de tecnologías limpias en el sector industrial y comercial en nuevos procesos productivos que permitan disminuir las cargas contaminantes de metales pesados a las quebradas La Rosa y La Bermejala a mediano plazo en un 50%.
- E 8: Implementación de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) en la zona de influencia de las microcuencas.

PROGRAMA 4 : AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

El programa desarrolla las acciones necesarias para reducir la marginalidad ambiental y socioeconómica, ligada a deficiencias funcionales y de infraestructura relacionada con el saneamiento básico a agua potable.

En las microcuencas de La Rosa y La Bermejala se encuentra en el manejo de los vertimientos, residuos sólidos y suministro de agua de consumo en la zona periurbana las principales deficiencias funcionales del sistema, siendo su manejo, además, causa fundamental de impactos en temas como la calidad de vida y la salud pública.

Desde ese punto de vista, y teniendo en cuenta el deterioro actual de las quebradas pertenecientes a estas microcuencas, el manejo de los vertimientos y residuos sólidos debe atender a un orden de prioridades. Con base en dicho orden, las acciones deben dirigirse principalmente hacia la recolección adecuada de vertimientos y residuos, de tal forma que no se afecte ambientalmente la zona de estudio.

Es por ello que los objetivos específicos hacen énfasis en la implementación de alcantarillados no convencionales, para garantizar una mayor cobertura. También se pretende reducir la contaminación que realizan las diferentes actividades económicas de la zona para lograr un manejo adecuado de residuos sólidos, vertimientos y usos de agua disminuyendo así los impactos sobre el medio ambiente.

Adicionalmente, el programa busca en el componente de agua potable asegurar que se presten a sus habitantes, de manera eficiente, los servicios domiciliarios de acueducto y alcantarillado por empresas de servicios públicos de carácter oficial, privado o mixto, o directamente por la administración central del municipio, y que se cuente con tratamiento, distribución y medición de agua.

Objetivo General

Garantizar la prestación adecuada de los servicios de agua potable y saneamiento básico en la zona de influencia de las micro microcuencas de La Rosa y La Bermejala, como herramienta de para garantizar un mejor índice de calidad de vida y la reducción de problemas de salud publica.

Proyectos asociados a la Línea 3 (L3) Planeación efectiva y continuidad de largo plazo, y al Programa 4 (P4):

- L3_P4_p1 Formación en prácticas de producción más limpia en micro y fami empresas.
- L3_P4_p2 Formulación de estrategias para el uso eficiente del agua.
- L3_P4_p3 Implementación y puesta en marcha del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) para la zona de influencia de las microcuencas La Rosa y La Bermejala.
- L3_P4_p4 Contribuir al mejoramiento de la calidad del agua de las microcuencas La Rosa y La Bermejala mediante la formulación e implementación de sistemas de recolección de aguas residuales no convencionales.
- L3_P4_p5 Acreditación de competencias a administradores y operadores de los sistemas de acueducto abastecidos por el rebose del tanque el Toldo.
- L3_P4_p6 Diseño y construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para la zona actualmente abastecida por el rebose del tanque el Toldo.
- L3_P4_p7 Desarrollo de herramienta de control de consumo en los sistemas abastecidos mediante la instalación de macro medidores por el rebose del tanque el Toldo.

PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS

Una vez identificados los problemas y potencialidades en la fase de diagnóstico de la microcuenca se definieron diversos niveles de prioridad para los proyectos:

NIVEL 1: PREVENCIÓN

- 1- Fortalecimiento e implementación de los PRAES, mediante el desarrollo de proyectos contextualizados, mejoramiento de la estructura docente e infraestructura tecnológica, en el área de influencia de las microcuencas de La Rosa y La Bermejala.
- 2- Fortalecimiento de la capacidad de gestión mediante la promoción y capacitación ambiental a las organizaciones ambientales del área de influencia de las microcuencas La Rosa y La Bermejala
- 3- Restauración ecosistémica del área rural de las microcuencas La Rosa y La Bermejala, mediante procesos de revegetalización
- 4- Disminución del riesgo mediante el fortalecimiento de los Comités Locales de Prevención y Atención de Desastres en el área de influencia de La Rosa y La Bermejala.
- 5- Creación de espacios públicos mediante obras de recuperación y regularización de retiros en el área urbana de las microcuencas de La Rosa y La Bermejala.
- 6- Mejoramiento del estado de salud de la población contemplando para ello acciones de prevención y monitoreo de enfermedades en el área de influencia de las microcuencas.
- 7- Aumentar la cultura ambiental en el borde urbano rural de las microcuencas La Rosa y La Bermejala, mediante un programa educativo que articule la educación formal en básica primaria y el manejo de los recursos naturales.
- 8- Mejoramiento de la capacidad hidráulica en las microcuencas de las quebradas La Rosa y La Bermejala mediante obras hidráulicas necesarias en tramos con incapacidad para un período de retorno inferior a 100 años.
- 9- Formación en prácticas de producción más limpia en micro y fami empresas.

NIVEL 2: CONTROL

- 1- Contribución a la disminución de la expansión urbana hacia el área rural de las microcuencas La Rosa y La Bermejala mediante el establecimiento de una franja arbórea en el perímetro urbano.
- 2- Formular estrategias para el uso eficiente del agua
- 3- Implementación y puesta en marcha del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) para la zona de influencia de las microcuencas La Rosa y La Bermejala.
- 4- Recuperación de zonas erosionadas mediante soluciones convencionales y no convencionales en el área de influencia de las Microcuencas de La Rosa y La Bermejala.

- 5- Contribuir al mejoramiento de la calidad del agua de las microcuencas La Rosa y La Bermejala mediante la formulación e implementación de sistemas de recolección de aguas residuales no convencionales.
- 6- Consolidación de espacios públicos existentes mediante obras de recuperación de la infraestructura instalada en el área urbana de las microcuencas de La Rosa y La Bermejala.
- 7- Control de nuevas construcciones en laderas con alto riesgo o en retiros de quebrada.
- 8- Acreditación de competencias a administradores y operadores de los sistemas de acueducto abastecidos por el rebose del tanque el Toldo.
- 9- Programa de monitoreo de aire y ruido en las microcuencas de La Rosa y La Bermejala para obtener información que permita el control de la contaminación atmosférica en la zona y determinar la incidencia de los medios de transporte en dicha contaminación.
- 10- Diseño y construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para la zona actualmente abastecida por el rebose del tanque el Toldo.
- 11- Desarrollo de herramienta de control de consumo en los sistemas abastecidos mediante la instalación de macro medidores por el rebose del tanque el Toldo.
- 12- Control de la socavación mediante obras hidráulicas en las microcuencas de las quebradas La Rosa y La Bermejala.

NIVEL 3: MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA

- 1- Aumento del espacio público efectivo de la microcuenca La Bermejala mediante la creación de un parque cultural y ambiental en la finca Montecarlo, ubicada en la zona nororiental de Medellín.
- 2- Mejorar la articulación con el borde urbano rural mediante la creación de un corredor urbano ambiental en la vía a guarne dentro del área de influencia de las microcuencas de La Rosa y La Bermejala.
- 3- Mejoramiento de la calidad de vida, mediante la conformación de nuevas microempresas de servicios ambientales y apoyo a las existentes en el área de influencia de las microcuencas de La Rosa y La Bermejala.
- 4- Mejorar integralmente la cobertura en servicios del borde urbano rural mediante la creación de una centralidad zonal en el barrio San Blas en el área de influencia de las microcuencas de La Rosa y La Bermejala.
- 5- Mejoramiento y articulación de las zonas verdes de las microcuenca La Rosa y La Bermejala a través del diseño de una red ecológica urbana
- 6- Mejorar integralmente la cobertura de los espacios públicos para El Borde Urbano Rural mediante la creación de una Centralidad Zonal en el Barrio Granizal en el área de influencia de las microcuencas La Rosa y La Bermejala.
- 7- Disminución del área en conflicto de uso del suelo en el área de borde urbano de las microcuencas La Rosa y La Bermejala mediante el diseño de sistemas agroforestales.
- 8- Generación de espacios que promuevan la valoración y protección de los recursos naturales a través de la integración ecoturística de las microcuencas La Rosa y La Bermejala al Parque Ecológico de Piedras Blancas y al Parque Arví.
- 9- Aumento del espacio público efectivo de la microcuenca La Bermejala mediante la creación de un parque de quebrada entre los barrios La Piñuela y Las Esmeraldas, ubicados en la zona nororiental de Medellín.

SEGUIMIENTO

Mediante esta evaluación se trata de determinar los cambios, si es que los ha habido, ocurridos en las microcuencas con la ejecución del Plan, ya que éstos se pueden presentar debido a las dinámicas propias de ellas o por otros factores exógenos a la misma (desplazamientos, ocurrencia de eventos causantes de desastres, y otros), que hacen que las condiciones para las cuales se formuló el Plan cambien de manera importante. Periódicamente el Municipio debe hacer una evaluación para determinar el nuevo estado de las microcuencas y evaluar la evolución que se está presentando.

Si los cambios son significativos y se está presentando una situación no esperada en las microcuencas, ésta entidad deben hacer los ajustes respectivos en el proceso de planificación. Cuando se evalúan cambios en las microcuencas se están evaluando en la línea base. El sistema de indicadores es inicialmente calculado para la situación actual de las microcuencas dentro de la

Fase de Diagnóstico para cada componente y variable, y es a partir de esta situación inicial que se evalúan los cambios que se presentan en las microcuencas, como se indicó en el capítulo 8 de la fase de diagnóstico de la formulación del Plan.

De acuerdo con la magnitud de los cambios se tomarán decisiones que pueden ir desde realizar ajustes en el Plan (planes operativo y de acción, en los programas y proyectos, cronogramas, etc.) hasta proponer una nueva realización del Plan para las microcuencas.

Indicadores Ambientales

Una de las herramientas más útiles para realizar seguimientos y evaluaciones en las microcuencas son los indicadores ambientales y de gestión. Evaluados en diferentes períodos de tiempo indican la evolución que ellas están sufriendo, o el estado de la implementación del Plan, o el éxito de los planes operativo y de acción, a medida que se va ejecutando el Plan.

Indican también si se han presentado cambios importantes en las microcuencas debido a otros factores exógenos a las mismas. Indican los cambios en la línea base y establecen una nueva línea base. Si los cambios son significativos y se está presentando una situación no esperada en las microcuencas, o la gestión del Plan no es la que estaba planeada, se deben hacer los ajustes respectivos.

Se define entonces un sistema de indicadores que pueda ser evaluado periódicamente para determinar el estado de las microcuencas de manera comparativa con la anterior evaluación que se había hecho.

Este sistema adicionalmente indica la evolución que debería presentarse en la gestión de la ejecución del Plan (planes operativo y de acción del Plan). El Anexo15 presenta los indicadores definidos para cada una de las metas planteadas para los proyectos del plan y su respectiva evolución en el tiempo.

(Area Metropolitana del Valle de Aburrá, 2006)

Tabla 26. EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES POR METAS DE CADA PROYECTO DEL PLAN DE MANEJO Y POR PERÍODOS

| INDICADORES | EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO | | | | | | |
|---|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Formación en prácticas de producción más limpia en micro y fami empresas. | | | | | | | |
| Indicador 1: Número de empresas contactadas, que no estan registradas legalmente y desean realizar el proceso de legalizacion | | | 150 | | | | |
| Indicador 2: programa formulado de acuerdo con el perfil de los participantes con el aval de la interventoria. | | | 1 | | | | |
| Indicador 3: Planes de pml evaluados y aprobados | | | 200 | | | | |
| Formulación de estrategias para el uso eficiente del agua | | | | | | | |
| Indicador 1: Número de consumidores de agua no contabilizada legalizados | | | 9 | | | | |
| Indicador 2: Número de personas asistentes a la fase de concertación. | | | 100 | | | | |

| INDICADORES | EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO | | | | | | |
|---|------------------------|------|------|------|-------|------|------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Implementación y puesta en marcha del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) para la zona de influencia de las microcuencas La Rosa y La Bermejala. | | | | | | | |
| Indicador 1: Nuevas alternativas para valorización de residuos en la zona al año 2009 | | | | 2 | | | |
| Indicador 2: No. de puntos limpios o centros de acopio en la zona al año 2008 | | | 35 | | | | |
| Indicador 3: Número de campañas de sensibilización por año | | 4 | 4 | | | | |
| Contribuir al mejoramiento de la calidad del agua de las microcuencas La Rosa y La Bermejala mediante la formulación e implementación de sistemas de recolección de aguas residuales no convencionales . | | | | | | | |
| Indicador 1: % de disminución de la carga contaminante total que reciben las microcuencas de La Rosa y La Bermejala con respecto a la línea base | | | | | 2,50% | | |
| Indicador 2: % de disminución de la carga contaminante que reciben las microcuencas de La Rosa y La Bermejala provenientes de las viviendas localizadas en zonas de difícil recolección | | | 30% | 40% | 50% | | |
| Acreditación de competencias a administradores y operadores de los sistemas de acueducto abastecidos por el rebose del tanque el Toldo. | | | | | | | |
| Indicador 1: Número de operadores capacitados y graduados en competencias laborales para abastecimiento de agua en el año 2010 | | | | | 10 | | |
| Indicador 2: Cantidad de Entidades Prestadoras de servicio – acueducto comunal legalmente constituido en el año 2008 | | | 1 | | | | |
| Diseño y construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para la zona actualmente abastecida por el rebose del tanque el Toldo. | | | | | | | |
| Indicador 1: Diseños aprobados para la red de distribución de acuerdo con los requisitos del RAS 2000 y sus modificaciones | | | 1 | | | | |
| Indicador 2: Número de plantas construida operando adecuadamente al 2010 | | | | | 1 | | |
| Indicador 3: % de cumplimiento de los indicadores de gestión construidos en el proyecto de acreditación de competencias | | | | | 80% | | |

| INDICADORES | EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO | | | | | | |
|--|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Desarrollo de herramienta de control de consumo en los sistemas abastecidos mediante la instalación de macro medidores por el rebose del tanque el Toldo. | | | | | | | |
| Indicador 1: Número de usuarios que hayan aceptado mediante la sensibilización y conciliación la instalación de los medidores en el año 2011. | | | | | | 1500 | |
| Indicador 2: (% de perdidas año 1 - % de perdidas año 2) / % de perdidas año 1 | | | | | | | 30% |
| Indicador 3: Número de macro medidores instalados en toda la red de abastecimiento al año 2012. | | | | | | | 40 |
| Indicador 4: % pago de las facturaciones realizadas anualmente. | | | | | | | 80% |

Datos: PIOM La Bermejala¹. Planes operativos.

8.5.7 PROYECTOS

Parque lineal quebrada La Bermejala en el sector de Moravia.

La secretaria del Medio Ambiente del Municipio de Medellín teniendo en cuenta los diferentes planes de desarrollo para la ciudad y la formulación del plan de manejo de La Bermejala¹ que se convierte en instrumento de desarrollo territorial para recuperar el patrimonio ambiental de la ciudad.

Descripción General Del Proyecto

El parque lineal surge como una opción de recuperación ambiental configurando un espacio verde alrededor de la quebrada, que actúa de zona de amortiguación entre la urbanización y el río, y también se proyecta como un espacio público verde recreativo de conexión y conservación de los ecosistemas naturales. Además de convertirse en un espacio de confluencia ciudadana, también promueve la descontaminación de la quebrada y estructura un eje ambiental de desarrollo dentro de barrios no consolidados y altamente vulnerables.

El proyecto Parque Lineal Moravia ubicado entre la Carrera 52 (Carabobo) y la intersección entre la Calle 87AA y la Avenida Regional, pretende transformar a través de unos componentes físicos-espaciales el espacio público existente alrededor del canal de la quebrada la Bermejala.

El objetivo de esta propuesta es implementar un nuevo modelo en el cual se privilegian el espacio público, la movilidad peatonal y vehicular, junto con las actividades barriales que confluyen alrededor de este sector. Con este proyecto se busca potenciar un nuevo espacio que les permita a sus Moradores reconocerse como habitantes y ciudadanos que forman parte activa de la ciudad. El diseño arquitectónico del parque ha tenido en cuenta elementos como la movilidad, el comercio, lo ambiental, el urbanismo, la recreación, y el mobiliario urbano.

(Area Metropolitana del Valle de Aburrá, 2006)



Fotografía: perspectivas Parque lineal La Bermejala – proyección y avance de obra
Fuente: Alcaldía de Medellín, Secretaría de Medio Ambiente.

Este parque será un elemento vinculante para Moravia y su área de influencia, con un sistema de parques, plazoletas amoblamiento urbano y espacios para la recreación pasiva que conectan diferentes zonas y equipamientos urbanos para impulsar la cultura ciudadana y sentido de pertenencia con el sector y concienciación ambiental. Para estructural este eje ambiental, se están sembrando 235 árboles de diversas especies propias de la región, además se construyó un colector de aguas negras y a su vez se está realizando la limpieza y realce del canal.

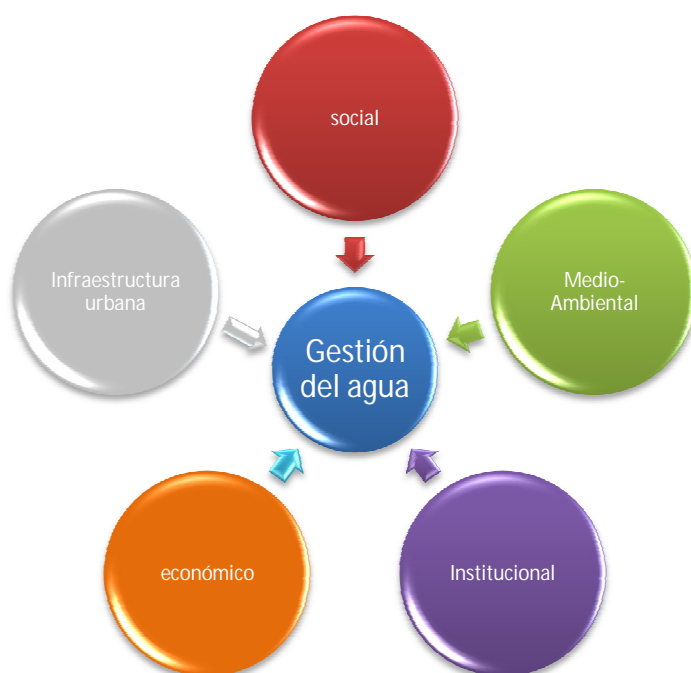
La inversión en este parque por parte de la Secretaría de Medio Ambiente asciende a \$5.700 millones de pesos colombianos, que recuperará el espacio público de 14 mil metros cuadrados en la zona de Moravia.

9. DIAGNÓSTICO

9.1 CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD

Para realizar un diagnóstico mas preciso sobre el estado actual de la microcuenca La Bermejala en Medellín, se han utilizado criterios con un enfoque hacia la sostenibilidad del recurso hídrico en donde se han considerado los diferentes ámbitos de acción que influyen y ejercen presiones sobre la microcuenca.

Alrededor de la gestión sostenible del agua están las dinámicas de los ámbitos de desarrollo mas importantes como el institucional, el socioeconómico, el ambiental y territorial. Cada uno de estos actores es imprescindible en la gestión sostenible del recurso hídrico, ya que se encargan del uso (ya sea adecuado o no) del agua y es necesaria la integración, complementación y direccionamiento entre cada uno de estos sectores para alcanzar la sostenibilidad y preservamiento del recurso hídrico.



Para lograr la restauración, preservación y conservación del medio ambiente se deben utilizar racionalmente los recursos naturales según criterios que permitan la convivencia armónica del hombre con la naturaleza, para garantizar la disponibilidad y permanencia de estos y prevenir y controlar los efectos negativos provenientes de la intervención antrópica y la alteración de ciclos naturales. Es necesario reconocer el carácter del agua, y enfocar los diversos ámbitos de desarrollo en nuestra sociedad de forma que se respete el recurso y por ende el medio ambiente.

Figura 60. Gestión sostenible del agua. Fuente: elaboración propia

9.2 ANÁLISIS

El análisis se ha enfocado en la contextualización y definición del la gestión del recurso hídrico tanto a nivel global como regional, la situación actual en Colombia y la gestión de microcuencas en este país. Los instrumentos de gestión que allí se utilizan y su efectividad a la hora de tratar las problemáticas locales de acuerdo a la situación actual que vive la comunidad una de las mas vulnerables por los problemas sociales que allí se presentan.

Para la determinación de resultados, se utilizó la metodología FPEIR factor determinante, estado, presión, impacto y repuesta (capítulo 1) por cada uno de los tramos de la microcuenca, lo que permitió identificar diversas fuerzas motrices desde cada uno de los ámbitos que intervienen negativamente y contribuyen con el panorama crítico del recurso hídrico en la microcuenca de estudio. (Figura 61)

Dentro de los criterios para adoptar los índices de estado se tomaron en cuenta básicamente los factores biofísicos, territoriales, y socio-económicos que repercuten en el recurso hídrico, alterando su ciclo y propiciando condiciones críticas para su desarrollo.

Indicadores De Gestión Del Agua Microcuenca La Bermejala

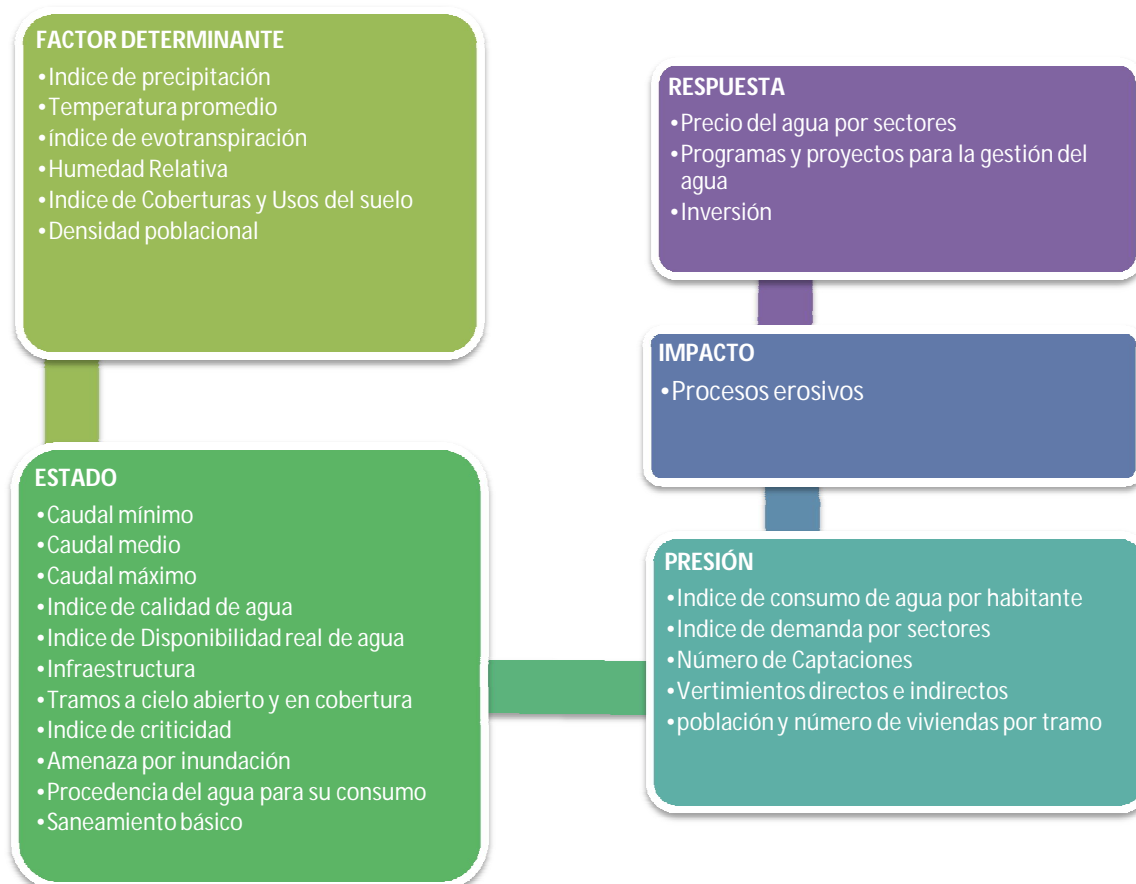


Figura 61. Esquema FPEIR para la Microcuenca La Bermejala. Fuente: elaboración propia

9.2.1 TRAMO ALTO

Es el tramo donde nace la microcuenca, por lo tanto posee un carácter rural y presenta unas condiciones Bio-físicas mas idóneas para la preservación del recurso hídrico. La situación demográfica es la menor de los 3 tramos, cuenta con 8.948 habitantes y los usos que allí presentan son mas de tipo rural, y pocos asentamientos urbanos (1.801 viviendas), sin embargo las fuerzas de presión que allí se ejercen provienen de la intervención antrópica en este caso las captaciones que se dan desde el origen del cauce.

El uso del agua en esta zona se da especialmente en el sector doméstico como en el resto la microcuenca con un total de 88.598 m³/mes, ya que allí no se presentan actividades especialmente contaminantes y el uso del agua para el sector agropecuario no es muy significativo ya que las zonas verdes que existen son mas bien pastizales y unos pocos cultivos.

Esta área posee baja densidad urbana, por lo tanto no representa un elemento significativo contaminante, sin embargo el crecimiento urbano que se da en este sector es pirata y de morfología irregular, lo que indica que no hay planeamiento en el desarrollo urbanístico de este tramo y la tendencia es hacia la expansión de las construcciones.

PRESIONES:

- Captaciones En La Parte Alta
- Urbanizaciones piratas con tendencia a la expansión - invasiones
- Usos inadecuados del suelo
- Poca presencia de infraestructura hídrica

FUERZAS MOTRICES

- Condiciones bióticas mas idóneas para el ecosistema
- Consumos bajos en el recurso
- Zona de nacimiento de la quebrada
- Mejores condiciones hídricas y menor contaminación a comparación de los demás tramos

9.2.2 TRAMO MEDIO

Las condiciones naturales en este sector empiezan a tener gran variabilidad de acuerdo a la intervención antrópica, a la presencia de construcciones y los efectos del cambio climático hacen evidentes estas alteraciones. Mayor humedad y aumento de temperatura son variables que caracterizan esta situación.

Este tramo presenta una densidad urbana mas alta y posee gran cantidad de población (114.047 habitantes) lo que significa un elemento mas de presión sobre el recurso hídrico, ya que la demanda en este sector es mucho mas alta que en el resto de la microcuenca y nuevamente es el consumo doméstico y el comercial los que tienen los mas altos índices (248.485 m³/mes en total en todos los sectores). El sector industrial se encuentra presente pero en mas baja proporción.

PRESIONES:

- Población mas alta en toda la microcuenca
- Presenta la mayor demanda de todos los tramos
- Presencia de comercio e industrias
- Invasión de viviendas en los retiros
- Cauces contaminados

FUERZAS MOTRICES

- Area mas consolidada urbanísticamente
- Mayor presencia de infraestructura y saneamiento consolidada

9.2.3 TRAMO BAJO

Se podría denominar una de las zonas mas críticas dentro de toda la microcuenca, ya que allí se presenta la zona mas urbanizada y por lo tanto la parte de la quebrada que está allí practicamente posee un caudal de 2,07 l/s que en su mayor parte proviene de aguas residuales y descargas directas de viviendas ubicadas en este sector. También es un área con una tasa poblacional significativa (88.965 habitantes) y densidad urbana consolidada (20.294 viviendas).

PRESIONES:

- Alta densidad poblacional
- Mayor demanda de agua
- Presencia de comercio e industrias
- El caudal proviene en gran parte de aguas residuales
- Vulnerabilidad por inundación

FUERZAS MOTRICES

- Area consolidada y de conexión con la ciudad
- Mayor presencia de infraestructura y saneamiento
- Desembocadura con el río Medellín

10. CONCLUSIÓN

Se puede inferir que la microcuenca presenta graves problemas ambientales, debido a la presión de diversos factores especialmente el antrópico. El crecimiento demográfico, la continua y creciente demanda de agua, las captaciones y los vertimientos directos e indirectos sobre la quebrada son algunas de las presiones mas significativas que se presentan en la microcuenca. Los tramos medio y bajo son los mas afectados, ya que presentan mayor densidad urbana, una creciente tasa poblacional y continua demanda del recurso, lo que hace el panorama aún mas crítico. Sumado a esto, la falta de planificación urbana en algunos sectores y la expansión de asentamientos en áreas de retiro y zonas de riesgo ponen en manifiesto la alarmante situación en que se encuentra.

La microcuenca se ha convertido en un canal de vertimiento de aguas residuales que a medida que recorre el territorio va disminuyendo la calidad del agua, generando graves problemas de salud y saneamiento hídrico en la población, además de la degradación del medio ambiente que trae como consecuencias problemas de erosión, amenazas por movimientos en masa y por inundación especialmente en la parte baja del área de estudio.

Teniendo en cuenta las consencuencias que trae la intervención del hombre sobre el recurso, los efectos del cambio climático se convierten en una amenaza latente, especialmente en el aumento de precipitación y la eventual crecida de las quebradas, causando inundaciones especialmente en las áreas de retiro en donde se encuentran ubicadas gran cantidad de viviendas.

Finalmente, la falta de pertenencia por parte de la comunidad con el recurso hídrico, el lento progreso de educación ambiental, y la inadecuada gestión del agua por parte de las entidades gubernamentales y ambientales, han sido factores que han contribuido al inadecuado uso del recurso.

RECOMENDACIONES GENERALES

Dentro de los planes y proyectos que se vienen implementando en la zona (capítulo 8) , cabe destacar la intención de prevenir, controlar y mejorar la calidad de vida de los habitantes. Se hace necesario poder emprender acciones inmediatas para mitigar los efectos de la contaminación e inadecuada gestión del agua dentro de la microcuenca, poder implementar proyectos sostenibles que conduzcan a un mejoramiento integral del recurso hídrico y de la microcuenca en general, actuando paralelamente tanto a nivel ambiental y territorial como socio-económico, aumentando la presencia de institucional y vinculando a la comunidad en un proceso participativo de restauración. Se hace necesario convertir la microcuenca en un elemento integral, resiliente y adaptable para contrarrestar los efectos nocivos de la acción antrópica y enfrentar los retos que plantea el cambio climático, en pro de disminuir el impacto ambiental, buscando el mejoramiento y preservación del recurso hídrico y el aumento de la calidad de vida de los habitantes.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. **Aguilera Klink, F. (2009).** *Hacia una nueva economía de Agua: cuestiones fundamentales.*
2. **ALCALDÍA DE MEDELLÍN. (2004)** *Anuario Estadístico de Medellín del año 1998*
3. **ALCALDÍA DE MEDELLÍN. (2004).** “Anuario Estadístico de Medellín 2004” (*Anuarioestadístico de Medellín del año 1998 con proyección al 2004*). Secretaria de Educación.
4. **ALCALDÍA DE MEDELLÍN. (2004).** “Encuesta de Calidad de Vida. Medellín 2004-2005 Expandida. Procesamiento: DAP. Subdirección Metroinformación. Unidad de Clasificación Socioeconómica y Estratificación”.
5. **ALCALDÍA DE MEDELLÍN (2010)** *Encuesta calidad de vida 2010. En línea:* <http://www.medellin.gov.co/irj/portal/ciudadanos?NavigationTarget=navurl://6d39e618cf27dc5d27abf891c0a35b4a>. Consultado junio del 2011.
6. **ALCALDÍA DE MEDELLÍN. (2006)** *Sistema de Indicadores ambientales Municipio de Medellín.*
7. **ALCALDÍA DE MEDELLÍN. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE (2007)** *Informe de Intervención Integral de nuestras quebradas: parques lineales, estrategia para la recuperación del patrimonio ambiental de las quebradas de Medellín.*
8. **Area Metropolitana Del Valle De Aburrá, Alcaldía De Medellín (2005)** *POMCA. Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Aburrá. Medellín.*
9. **Area Metropolitana del Valle de Aburrá. Alcaldía De Medellín (2006).** *Formulación del Plan de Manejo de las microcuencas de las quebradas La Rosa y La Bermejala. Medellín.*
10. **Area Metropolitana Del Valle De Aburrá, Universidad Pontificia Bolivariana (2007)** ., *Estudio de la forma y el crecimiento urbano de la región metropolitana. Medellín.*
11. **Chow, V. T. (1994)** *Hidrología Aplicada. Santafé de Bogotá, Colombia. McGrawHill.*
12. **Corporación autónoma regional de Caldas- CORPOCALDAS- Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Instituto de estudios Ambientales – IDEAM (2007)** *LA MIEL GUÍA. Guía para la planificación ambiental participativa y la sostenibilidad de cuencas hidrográficas en Colombia. Manizales.*
13. **CORANTIOQUIA (2007)** *Plan de acción 2007-2011. Medellín.*
14. **Empresas Públicas de Medellín (2011)** *Informes de tarifas del agua para el Municipio de Medellín años 2009-2011.*
15. **Grupo Aquasost Catunesco. (2010)** *Restauración Socio-Ambiental Del Morro De Moravia a Través De Jardines Comunitarios.Barcelona.*
16. **IDEAM (2004)** *Metodología Para Evaluación De La Condición De Corrientes Urbanas.*

17. **IDEAM (2004)** *GUÍA TÉCNICO CIENTÍFICA PARA LA ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN COLOMBIA.*
18. **IDEAM. (2010)** *Estudio Nacional del Agua. Colombia.*
19. **Mateo Rodriguez, Jose Manuel et all. (2008)** *Estructura geográfico ambiental y sostenibilidad de cuencas hidrográficas urbanizadas. La Habana.*
20. **Meadows D. (1998)** *Indicators and information Systems of Sustainable Development.*
21. **Mejía R.Oscar. (2007)** *El recurso hídrico en la jurisdicción de CORANTIOQUIA 1995-2007*
22. **Morató Jordi , Peñuela Gustavo (2009)** . *Manual de tecnologías sostenibles en tratamiento de aguas. Red Alfa Tecspar, Barcelona .*
23. **(OSE) Observatorio de la Sostenibilidad en España (2008)** *Agua y Sostenibilidad: funcionalidad de las cuencas.*
24. **PNUMA (2008)** *El cambio climático y el agua.*
25. **PNUMA (2008)** *Metodología para la elaboración de los informes GEO Ciudades*
26. **Rueda, Salvador (1999)** *Modelos e indicadores para ciudades mas sostenibles. Documento inscrito sobre el marco del Taller sobre Indicadores de Huella y Calidad Ambiental Urbana.*
27. **Saúl Pineda Hoyos.(2008)** *La Ciudad y La Región: Medellín, Valle de Aburrá y Antioquia: lineamientos para una política de integración regional, nacional e internacional. Medellín*
28. **UNESCO – IHP . (2009)** *Integrated urban water management: Arid and semi-arid regions.*
29. **UNESCO - WWAP. (2003)** *Water For People, Water For Life.*
30. **UNESCO - WWAP. (2009)** *3rd UN World Water Development Report .Water in a changing world.*
31. **UPB, (2003)** *Estudio de la Demanda del Agua en CORANTIOQUIA. Medellín*
32. **ALCALDIA DE MEDELLIN** <http://www.medellin.gov.co/irj/portal/medellin>
33. **AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA** <http://www.metropol.gov.co/>
34. **CORANTIOQUIA** <http://www.corantioquia.gov.co/>
35. **DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE)**
http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=307&Itemid=124
36. **IDEAM** <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/index.jsf>

37. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE RURAL Y MARINO. ESPAÑA
http://servicios2.marm.es/sia/indicadores/mapa_indic.jsp
38. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA.
<http://www.minambiente.gov.co/portal/default.aspx>
39. PNUMA. <http://www.pnuma.org/>
40. PORTAL SOSTENIBILIDAD ESPAÑA.
http://portalsostenibilidad.upc.edu/detall_03.php?numapartat=9&id=75&numopen=3
41. SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE DE MEDELLIN.
<http://www.medellin.gov.co/irj/portal/ciudadanos?NavigationTarget=navurl://5730c0a10ca8fb607343ffdb6f39224b>
42. SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL DE COLOMBIA (SIAC).
<http://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=188&conID=364>
43. UNICEF. http://www.unicef.org/spanish/wash/index_statistics.html
44. UNEP. <http://www.unep.org/>
45. UNESCO. <http://www.unesco.org/water/wwap/publications/>

Referencias y abreviaciones:

- 1- *PIOM LA BERMEJALA: Formulación del Plan de Manejo de las microcuencas de las quebradas La Rosa y La Bermejala. Medellín.*
- 2- *IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia*
- 3- *CORANTIOQUIA: Organismo ambiental de Medellín*
- 4- *DANE: DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTADISTICA*

ANEXOS